MANUAL PARA COLECCIONISTAS DE
ROCAS Y MINERALES

Cómo buscarlos, conservarlos y clasificarlos


Magnetita


Pirita


Calcita


Fluorita violeta


Yeso espático


Fluorita incolora


Granate


Wulfenita

Turmalina

Rubí


Paragénesis de cuprita roja, calcita blanquecina y malaquita verde


Agregado de rodocrosita radial

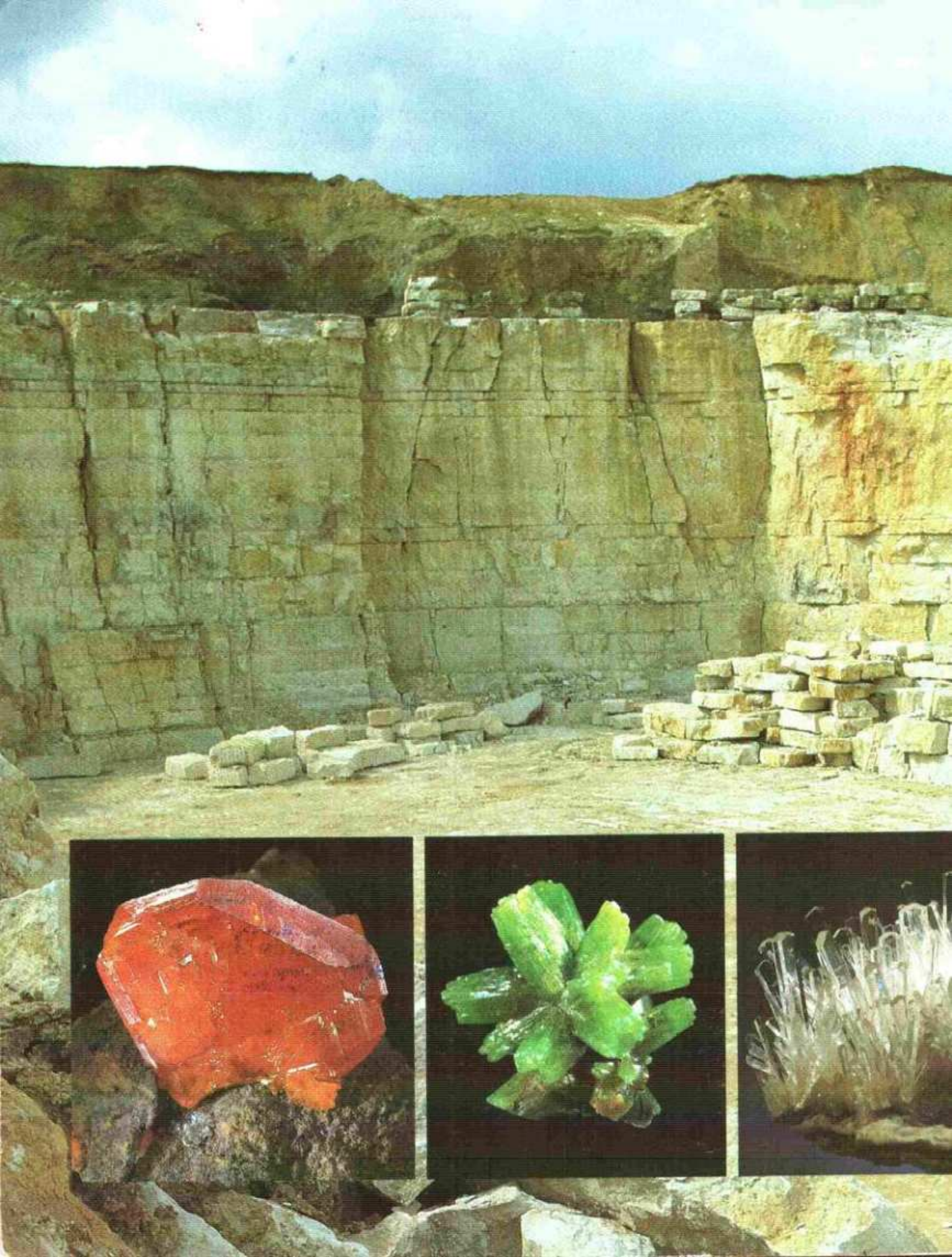
Piromorfita

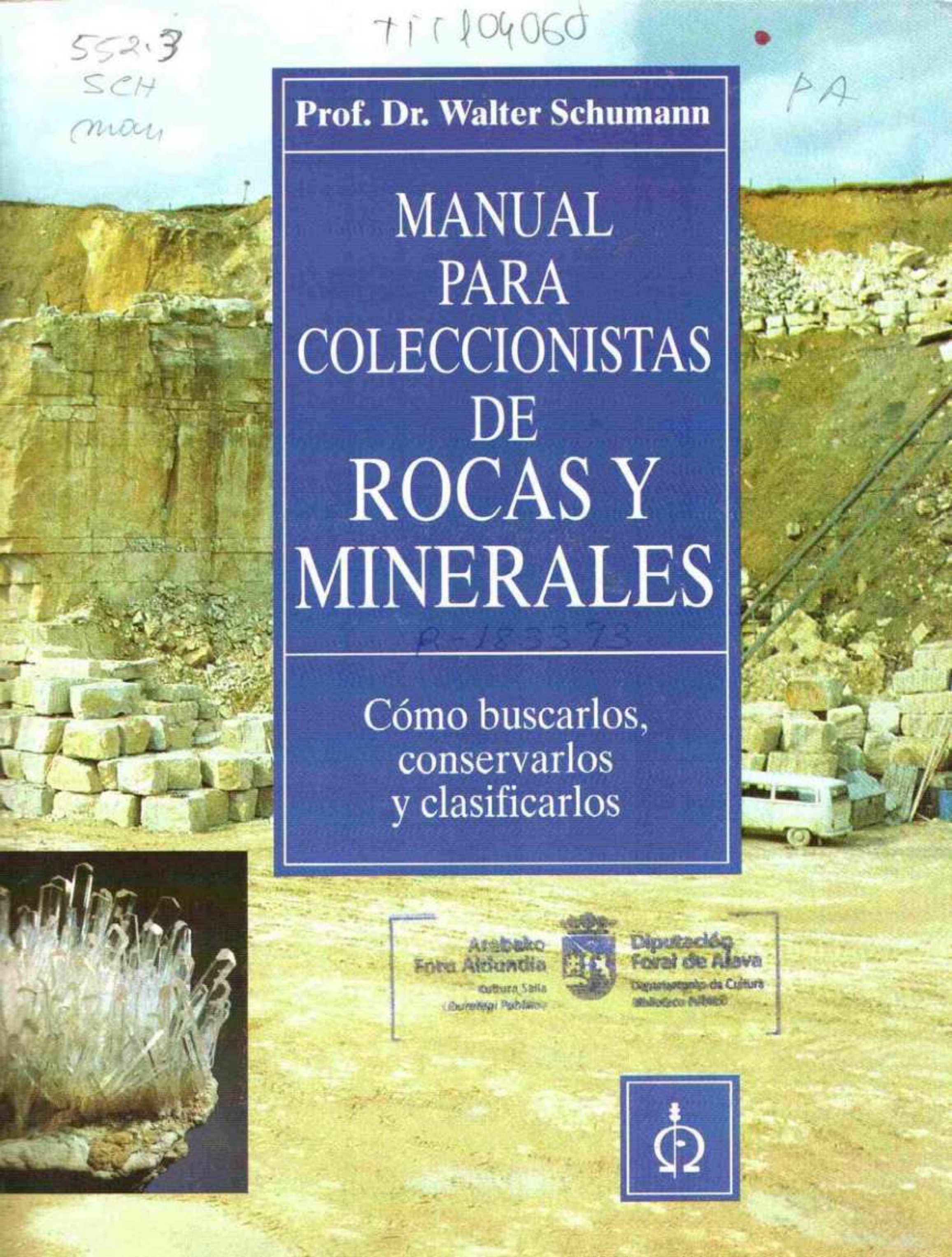


Walter Schumann


Apatito


Cuarzo




Prof. Dr. Walter Schumann
MANUAL PARA COLECCIONISTAS DE ROCAS Y MINERALES
Cómo buscarlos, conservarlos y clasificarlos
552.3
SCH
man
Arabako Foru Aldundia
Kultura Saila
Liburutegi Publikoa
Diputación Foral de Álava
Departamento de Cultura
Biblioteca Pública

Procedencia de las ilustraciones

Bittmann: 126; Edmaier: 15; Firma Eigner, Aschheim: 84; Eisenbeiss: 31, 33, 72, 73 arr., 96 ab., 99 arr., 99 ab., 103 ab., 108, 123, 124 iz., 125, 127, 128, 139 ab., 140, 141, 176 arr.; Eisenbeiss/Schumann: 109; Eisenreich/Schumann: 2/3 (fotografía grande), 36 arr., 59, 71, 85, 86 arr., 88, 89, 92, 96 arr., 100, 101 ab., 104, 106 iz., 106 der., 107, 114, 132, 134, 135, 136 arr., 137 arr., 138 iz., 138 ab. der., 145 ab., 146 ab., 153 arr., 155, 156, 158, 162 iz., 162 der., 163 arr. der., 163 ab. der., 166, 168 (todas), 170 arr., 171 arr., 172, 174, 175 arr., 179; Gübelin: 63; Gugger: 65; Hartmann/Diaverleih Sachs: 8 arr., 21, 22, 23, 43, 45, 46, 73 ab., 90, 97; Haus der Natur, Salzburgo: 68; Hochleitner/Archivo Lapis: 47, 80, 165; Firma Homberg & Brusius, Idar-Oberstein: 175 ab.; Kögel/Schumann: 79, 118, 161 arr., 161 ab., 164; Firma Krantz, Bonn: 36 ab., 37 ab., 38 arr., 38 ab., 58, 119 arr. der., 119 ab. iz., 159, 169, 171 ab.; Mayer: 110; Medenbach: 1, 2/3 (3 enlazadas), 26, 28, 32 arr., 40, 54, 84, 87, 111, 117; Firma microthek, Hamburgo: 119 arr. iz.; Museo Mensch und Natur, Múnich: 12; Neumeier: 147 c. (3 microsecciones); Firma Rieder, Buchloe: 176 ab.; Schnürer: 151 arr.; Schumann: 8/9, 9 arr., 24, 32 iz., 67, 75, 120/121, 124 ab., 129, 131, 133 arr., 133 ab., 136 ab., 137 ab., 138 ab. c., 139 arr., 144, 145 arr., 146 arr., 147, 148, 151 ab., 152 arr., 152 c., 152 ab., 153 c., 153 ab., 157 der. (2 microsecciones), 163 iz., 170 ab., 173, 178, 180; Silberleiter: 60; Colección Estatal de Monedas, Múnich: 66; Stauber/Museo de Cristales de Riedenburg: 10/11; Asociación de Turismo de Heiligenblut: 64; Weiss/Archivo Lapis: 70, 76, 77; Firma Zeiss, Jena: 119 ab. der.

Grabados: pág. 25 extraído de: Hortus sanitatis, 1509; pág. 55 extraído de: publicación «Daheim», Leipzig 1867; Pintura pág. 94: propiedad privada

Mapas de las páginas 49, 50 y 51: Mapas topográficos provinciales del Instituto Geográfico Nacional - Centro Nacional de Información Geográfica de España a escala inicial 1:200 000; págs. 149 y 150 ab. extraídos de: mapa geológico 1:25 000, hoja n° 8236, reproducido con la autorización de la Oficina Geológica de Baviera, Múnich, del 6.5.94; pág. 160 extraído de: mapa topográfico 1:25 000, hoja n° 7141, reproducido con la autorización de la Oficina Topográfica de Baviera, Múnich, n° 3519/94; Símbolos de peligro pág. 83: editorial C. H. Dieckmann, Hamburgo, y otras fuentes

Dibujos: pág. 44: Marlene Gemke; págs. 35, 62, 105: M. Hutschenreiter; págs. 18/19, 122 extraídos de: W. Schumann, Knaurs Buch der Erde, Múnich 1989; págs. 142/143: según K. Mohr y otros, muy simplificado; resto de gráficos: Hellmut Hoffmann

Fotografía pág. 1: Autunita; Nieve/Francia. Cinco veces su tamaño natural. Fotografías págs. 2/3: Fotografía grande: Calera, Fränkische Alb/Alemania. Fotografía pequeña izquierda: Wulfenita; Arizona/EEUU. Dos veces su tamaño natural. Fotografía pequeña centro: Piromorfita; Francia. Dos veces su tamaño natural. Fotografía pequeña derecha: Yeso espático; Eisleben/Sajonia-Anhalt. A la mitad de su tamaño natural. Fotografía págs. 10/11: Agregado gigante de cuarzo, de aproximadamente 3 × 2 × 1,8 m, 7,8 toneladas de peso, procedente de Arkansas/EEUU. Museo de Cristales de Riedenburg/Altmühl. Baviera. Fotografía págs. 120/121: Cantera en Solnhofener Plattenkalk; Fränkische Alb./Alemania.

La edición original de esta obra ha sido publicada en alemán por
BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, con el título

STEINE UND MINERALIEN SAMMELN

Traducido por
Ana M.ª Gutiérrez

Adaptación cartográfica a la Península Ibérica del Dr. Josep M. Mata-Perelló,
Catedrático de Investigación y Prospección Minera - UPC

Diseño de la cubierta
Cèlia Vallès

ISBN 84-282-1097-7
Depósito legal B-25.848-1997
Printed in Spain
EGS - Rosario, 2 - Barcelona

Prefacio

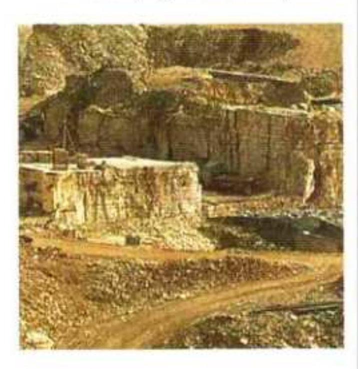
El colectivo de los coleccionistas de rocas crece sin cesar. Abarca todas las capas sociales y grupos de edad. Esta tendencia se verá reforzada con la ampliación del tiempo libre, es decir, del tiempo no dedicado al trabajo.
Actualmente, las vacaciones y la colección de rocas a menudo van de la mano e, incluso, a veces el objetivo de utilizar el martillo determina el lugar de vacaciones y su desarrollo.
Por una parte, este movimiento de masas es alentador, ya que hace que muchas personas entren en contacto con la naturaleza.
Por otra parte, esta invasión también implica una determinada explotación de la naturaleza con muchas manifestaciones negativas, como la destrucción o la alteración del entorno natural, una amenaza tanto para el hombre como para los animales así como un perjuicio para la infraestructura económica.
Este libro pretende contribuir a remediar estos problemas. En él, el coleccionista aficionado encontrará consejos sobre cómo excavar y recoger las piedras correctamente y con éxito pero siendo respetuoso con su entorno.
Manual para coleccionistas de rocas y minerales es una guía práctica y no un libro de clasificación. Indica tanto a los principiantes como a los coleccionistas más avanzados qué buscar, dónde encontrarlo y cómo recogerlo. Presenta los instrumentos, aparatos y otros utensilios recomendables para la excavación, la limpieza, la conservación y la determinación. Los precios de los instrumentos indicados en el libro sólo son orientativos. Están sometidos a oscilaciones más o menos importantes dependiendo del lugar y del tiempo.
El presente libro está estructurado en cuatro capítulos principales, a saber, «Minerales», «Rocas», «Equipo para los trabajos de campo» y «La colección en casa».
Los fósiles (restos animales y vegetales petrificados del pasado geológico) así como los meteoritos (rocas del universo) se incluyen en las rocas.
Quiero dar las gracias a todos los que me han ayudado en la confección de este libro, en especial a los colaboradores de la editorial BLV por su gran entusiasmo.

¡Mucha suerte!

Walter Schumann

Importante
Los consejos y recomendaciones de este libro se basan en la larga experiencia del autor y han demostrado su eficacia en la práctica bajo diversas circunstancias. Sin embargo, muchos de los métodos propuestos y descritos albergan algún peligro, especialmente en lo que respecta al uso de herramientas y a la realización de análisis químicos. Por este motivo, en interés del lector le recomendamos proceder siempre con prudencia, adoptar todas las medidas de precaución necesarias y, especialmente, prestar atención a las advertencias de este libro. El autor, la editorial y sus delegados no se hacen responsables de ningún daño personal, material o patrimonial.





Algunas definiciones

En las ciencias de las «piedras» existen unos conceptos comunes que el coleccionista aficionado tiene que conocer. Sólo entonces podrá entender perfectamente los libros especializados y el lenguaje técnico de los geólogos.

Agregado Véase agregado mineral.

Agregado mineral Mezcla de minerales cuyo tamaño puede oscilar de centímetros a metros. La delimitación con las rocas es difusa.

Cristal Un cristal es un cuerpo homogéneo con una estructura interior regular, es decir, con un orden estricto de los elementos más pequeños que lo forman (los átomos, los iones o las moléculas) en una estructura cristalina.

Cristalografía La ciencia que estudia los cristales.

Fósil Los fósiles son restos de vegetales o animales del pasado geológico, incluidos los vestigios de sus actividades.

Gemología La ciencia que estudia las piedras preciosas.

Geología La ciencia que estudia la corteza terrestre, especialmente su conformación y las distintas fuerzas que actúan sobre ella así como el proceso de evolución histórica.

Joya Todas las alhajas son joyas. En un sentido más estricto, hace referencia a un ornamento que contiene una o más piedras preciosas engarzadas en un metal precioso. En algunas ocasiones las piedras preciosas talladas sin engarzar también se denominan joyas.



Cristal individual (zafiro, Sri Lanka).

Meteorito Los meteoritos son fracciones sólidas procedentes del espacio. Pueden ser calificados de rocas extraterrestres.

Micromount Los micromounts son microagregados minerales de hasta el tamaño de la uña. El término micromount sólo se emplea en círculos de coleccionistas.

Mineral Un mineral es un componente uniforme, de origen natural y sólido de la corteza terrestre y de la corteza de otros astros del universo. Su estructura material se representa normalmente mediante una fórmula química. La mayoría de los minerales presentan determinadas formas cristalinas. Los cristales cultivados y las piedras preciosas artificiales no se consideran minerales desde el punto de vista geológico.

Mineral metalífero En la ciencia que trata de los yacimientos, por mineral metalífero se entiende una mezcla de minerales con un contenido metálico rentable. Tiene el carácter de un mineral. Sin embargo, esporádicamente también se denominan minerales metalíferos a otras materias primas de aplicación técnica, incluso aunque carezcan del carácter metálico. En cambio, en mineralogía se denomina mineral

Agregado mineral (arsenopirita con calcita, Trepca/Serbia).



metalífero a todas las partes metálicas de la mezcla, es decir, a todos los minerales metálicos. También reciben el nombre de menas.

Mineralogía La ciencia que estudia los minerales.

Mineralogía metalífera La ciencia que trata de los minerales metalíferos.

Paleontología La ciencia que trata de la vida animal y vegetal en el pasado geológico.

Peñasco Masa pétrea grande y situada en la superficie terrestre o abierta y compacta.

Petrificación Restos petrificados de plantas y animales del pasado geológico, incluidos los vestigios de sus actividades. Utilizado en ocasiones como sinónimo de fósil.

Petrografía La ciencia más descriptiva que estudia las rocas basándose normalmente en su estructura microscópica.

Petrología La ciencia que estudia la composición, textura, clasificación y origen de las rocas.



Piedra Piedra es, en el lenguaje popular, el término general para todos los componentes sólidos de la corteza terrestre a excepción del hielo. Para los joyeros, este término comprende únicamente las piedras preciosas y ornamentales y para los constructores el material con el que levantar edificios. No obstante, en geología no se habla de piedras sino sólo de rocas y minerales.

Bloque de piedra (cal de concha de grano fino, Baden-Wurtemberg).



Piedra ornamental Término general aplicado a todas las piedras de adorno. Según otro criterio, sólo se refiere a las pocas piedras preciosas valiosas u opacas. Utilizado con frecuencia como sinónimo de piedra preciosa.

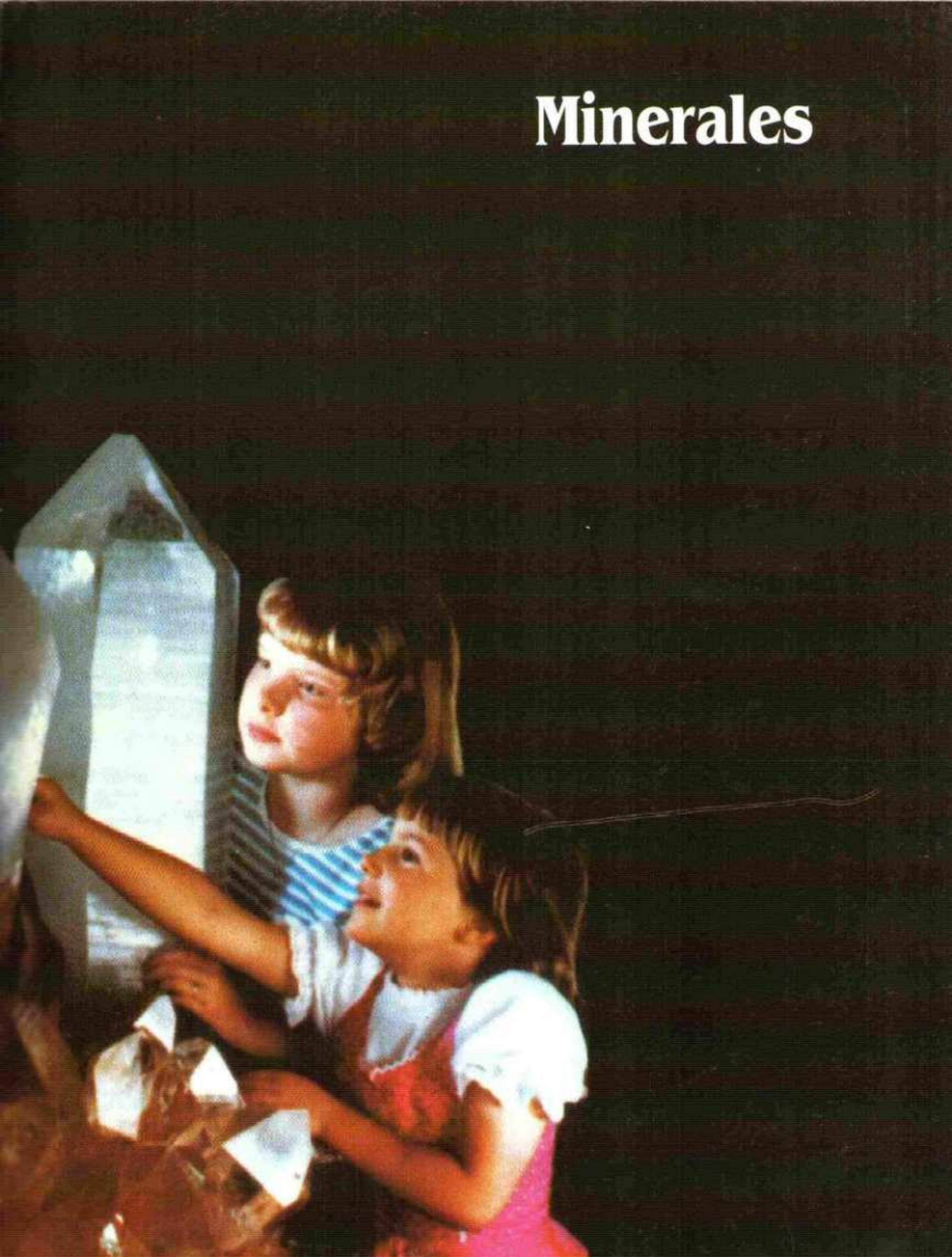
Piedra preciosa No existe ninguna definición universal para el concepto de piedra preciosa. La mayoría de las piedras preciosas son minerales o, con menor frecuencia, agregados minerales e, incluso, productos sintéticos. Todos ellos tienen en común su singularidad y su extraordinaria belleza.

Roca Una roca es una mezcla natural de distintos minerales y, con menos frecuencia, de minerales del mismo tipo. Forma cuerpos geológicos independientes de grandes dimensiones y forma parte de la corteza terrestre así como de la corteza sólida de otros astros del universo.

Tectita Las tectitas son piedras redondeadas y vítreas. Probablemente se originaron por condensación de productos de evaporación debido al impacto de meteoritos enormes.

Yacimientos Acumulación natural de minerales y agregados minerales aprovechables y explotables.





Minerales

Ayudas para la búsqueda de rocas y minerales

La mayoria de coleccionistas busca minerales, aunque a veces también rocas. Sin duda, las formas variadas y los bonitos colores de los cristales son lo que hace que la colección de minerales sea relevante. Un niño pequeño recoge todo aquello que le llama la atención. En cambio, los jóvenes y los adultos siempre siguen algún sistema. La voluntad de coleccionar minerales ya requiere una clara decisión, una orientación hacia un objeto de colección totalmente definido. Todas las colecciones exigen algunos conocimientos. El objetivo principal no debe consistir en ampliar estos conocimientos, quizás ni tan sólo en desarrollarlos hasta una cierta perfección. No obstante, cuanto más sepamos sobre un objeto de colección tanto más interesante será todo el ámbito de la misma. A medida que la colección crece, aumenta el afán de saber cada vez más cosas. La bibliografía especializada es casi una necesidad para todo coleccionista serio. Así como los amantes de la filatelia necesitan un catálogo, los mineralogistas aficionados también necesitan libros y revistas para consultar, recibir estímulos y acceder a informaciones interesantes. Al final de este libro encontrará una reseña de libros y revistas para los principiantes y los coleccionistas más avanzados. Las instituciones docentes, los museos, las asociaciones de personas interesadas, las agencias de viajes y numerosos lugares de vacaciones, a veces incluso especialmente pensados para los niños y los jóvenes, son una verdadera ayuda para los coleccionistas de minerales. Las visitas a minas proporcionan muchos conocimientos técnicos.

Instituciones docentes

Algunos departamentos universitarios de mineralogía organizan seminarios para coleccionistas aficionados, a menudo con prácticas sobre el terreno, y ofrecen conferencias sobre temas concretos de la mineralogía que también son adecuadas para no especialistas. Algunas universidades públicas organizan cursos sobre mineralogía, petrografía, geología, fósiles y otros temas científicos.



Vitrinas de la exposición «El mundo multicolor de los minerales» del museo «Mensch und Natur» de Múnich.

Museos
Importantes museos del mundo exponen minerales. Mientras que antes las vitrinas de las salas se llenaban con la mayor cantidad posible de piezas, las colecciones modernas también ofrecen aspectos de interés del entorno de los objetos tales como la formación, la distribución y la obtención de los minerales.
En muchos museos, las piezas expuestas se complementan con conferencias del ámbito de la mineralogía.
La mayor colección de minerales, con medio millón de piezas, se encuentra en la Smithsonian Institution en Washington, EEUU.
Aparte de la colección Smithsonian que acabamos de mencionar, otras colecciones importantes de fama mundial son, entre otras, las del Mineralogisch-Petrographische Museum de Bonn, el British Museum of Natural History de Londres, el Museo Fersman de Moscú, el Naturhistorische Museum de Viena y la colección de la Sorbonne de París.
Sin embargo, a menudo los museos más pequeños o las exposiciones privadas son más interesantes para los coleccionistas aficionados que los grandes museos del mundo, ya que les permiten observar las piezas halladas, posiblemente en una región, un valle o una mina determinados, de forma clara.

Asociaciones
En todas las grandes ciudades hay asociaciones de coleccionistas de minerales. En ellas se puede encontrar a personas con intereses afines, conseguir ayuda de coleccionistas expertos a la hora de clasificar e intercambiar minerales. Con frecuencia, en estas asociaciones también se organizan exposiciones, conferencias y excursiones para la recogida de minerales en común.

Lugares de vacaciones
Cada vez hay más lugares de vacaciones que ofrecen conferencias y cursos para aprovechar el tiempo libre sobre temas tan variados como la mineralogía y el coleccionismo de minerales, la talla de piedras preciosas o la creación ornamental. En algunos lugares de vacaciones, el lavado del oro (véase página 64) es una atracción especial.
En las rutas a pie, las denominadas rutas geológicas educativas (véase página 147), el visitante se familiariza con las estructuras geológicas y con las rocas y minerales de la región.

Agencias de viajes
Algunas agencias de viajes ofrecen viajes combinados en todo el mundo, con estancias en la playa y búsqueda de minerales en el interior.
Además, también hay viajes dedicados exclusivamente a la búsqueda de minerales, en parte con asesoramiento técnico.

Visitas a minas
En las minas de las que se extraen minerales metalíferos generalmente se encuentran agregados minerales bellamente formados, un trofeo anhelado por los científicos y los mineralogistas aficionados.
La visita de una mina es una experiencia excitante para todo el mundo. En ella no sólo se experimenta la vida espartana y llena de peligros de los mineros sino que también se percibe la proximidad de los singulares tesoros minerales. Normalmente, durante las horas de trabajo ninguna persona ajena a la mina puede entrar en ella porque el peligro es demasiado alto y es posible que haya que interrumpir la extracción de mineral. Sin embargo, en Sudáfrica los visitantes pueden presenciar la extracción de mineral sobre el terreno hasta más de 2000 m de profundidad.
Últimamente, en Europa y Norteamérica, se han acondicionado muchas minas abandonadas para su visita o para organizar exposiciones. Aquí, los visitantes pueden experimentar la vida bajo tierra de forma segura. Este tipo de minas de exposición son una atracción turística en muchos lugares de vacaciones, sobre todo si ofrecen particularidades tales como recorridos en antiguos vagones de transporte, toboganes, etc.
Para los mineralogistas aficionados, las minas abiertas al público no sólo son interesantes y una ampliación de las vacaciones sino que también proporcionan muchos conocimientos, sobre todo porque la mayoría de minas de este tipo incluyen un pequeño museo.

La formación de los minerales

Para los coleccionistas aficionados, los conocimientos sobre la formación de los minerales tiene un valor especial por cuanto que les permiten saber en qué tipos o partes de rocas pueden encontrar minerales, qué minerales se presentan juntos y cuáles se excluyen mutuamente.
Los minerales se originan de distintas formas. Incluso el mismo tipo de mineral puede formarse bajo condiciones totalmente diferentes.
La mayoría de minerales necesita muchos miles de años para su desarrollo y, en cambio, otros sólo necesitan algunos años e incluso algunos sólo unos pocos días.
La formación de minerales se realiza o bien a partir de roca fundida líquida (magma) y de sus gases en el interior de la Tierra o en o cerca de la superficie de la misma (en la así llamada zona sedimentaria), a veces también en las profundidades de la corteza terrestre como consecuencia de fuerzas metamórficas.
Por consiguiente, los especialistas hablan de origen magmático, sedimentario y metamórfico de los minerales.

Origen magmático

El enfriamiento del magma hace que el material originariamente homogéneo se separe y cristalice. Los minerales formados durante la fase inicial de enfriamiento a unas temperaturas de entre 1200 y 600 °C se precipitan a través del magma restante sobre el suelo del cuerpo magmático como consecuencia de una diferenciación determinada por el peso. Minerales de este tipo son la pirita magnética, la pentlandita, la calcopirita, la magnetita, la cromita y la ilmenita.
A unas temperaturas de entre 600 y 500 °C, en combinación con componentes concentrados y gaseosos, se forman rocas de cristales gruesos, las denominadas pegmatitas. Se encuentran en el borde o en cavidades del complejo de rocas plutónicas (es decir, en el antiguo espacio magmático) así como filones en otras rocas. Además del feldespato, la mica y el cuarzo, otros minerales característicos son el berilo, la titanita y la wolframita, el topacio y la turmalina.
A unas temperaturas de entre 500 y 400 °C, las mezclas gaseosas que quedan de un cuerpo magmático, por lo demás muy cristalizado, penetran en grietas de la roca vecina así como en fisuras de la masa de roca plutónica enfriada, se cristalizan y forman filones, en las rocas vecinas con abundantes poros también llamados penetraciones (impregnación). Típicos representantes son la casiterita, la molibdenita, la pirita y la fluorita.
Por debajo de 400 °C, debido al descenso de la temperatura y de la presión se desprenden sustancias disueltas en agua muy caliente y forman filones e impregnaciones. Algunos minerales de este grupo son, además del cuarzo, principalmente el oro, la calcopirita, la calcosina, la galena, la blenda de cinc, la pirita y la marcasita, pero también la barita, la siderita y la fluorita.
Además de las formaciones mineralógicas magmáticas profundas mencionadas hasta ahora, los minerales también se pueden originar por fenómenos volcánicos (como torrentes de lava, emisiones de gas) cerca de o incluso sobre la superficie terrestre. En ocasiones, este tipo de formaciones minerales se incluye en las rocas de origen sedimentario. Algunos representantes de los minerales de origen volcánico son los minerales de oro y de plata, la hematites, la pirita y el azufre.

Origen sedimentario

En la superficie de la Tierra, los minerales se forman por la erosión de las rocas, la intervención del agua o procesos químicos bajo determinadas condiciones climáticas.
En las menas que salen a la superficie, en la parte superior se forma una zona muy enriquecida en hierro y pobre en metales nobles y minerales sulfurosos debido a procesos erosivos. Un mineral típico de esta así llamada zona de oxidación es la limonita, y también están representadas la malaquita, la azurita, la cerusita y la wulfenita.
Por debajo de la zona de oxidación, los compuestos previamente disueltos en la superficie son eliminados en la zona de aguas freáticas. Ello provoca una concentración especialmente de los minerales sulfurosos de cobre y plata, pero también del cobre, la plata y el oro

puros. Dependiendo del clima, la erosión provoca la formación de rocas silíceas o, como residuo erosivo de las rocas calcáreas, los minerales de la bauxita y, en caso de erosión de rocas graníticas, caolín con el mineral caolinita. En las regiones cálidas y con precipitaciones escasas, se forman minerales salinos debido a la precipitación química en lagos salados y pantanos salinos llanos o en bahías marinas estranguladas. Numerosos organismos también intervienen de forma directa o indirecta en la formación de los minerales como, por ejemplo, mediante la adición de oxígeno o la extracción de ácido carbónico, mediante procesos de descomposición y mediante la síntesis de caparazones calcáreos y esqueletos silíceos.

Origen metamórfico

Los minerales de origen metamórfico se forman por transformación de minerales ya existentes, especialmente cuando las rocas son depositadas en partes más profundas de la corteza terrestre como consecuencia de recubrimiento creciente o de procesos de formación de montañas. Debido a las altas temperaturas que allí imperan y en combinación con grandes presiones tiene lugar la transformación o metamorfismo. Allí donde el magma incandescente asciende por chimeneas o penetra a través de grietas y entra en contacto con la roca contigua se consigue un efecto metamórfico similar aunque a un nivel mucho menor. Minerales de origen metamórfico típicos son, entre otros, el talco, la epidota, el granate, la cianita y la cordierita.

Paragénesis

Debido a procesos de formación iguales o similares, numerosos minerales se encuentran en

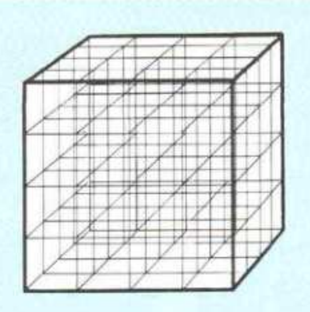


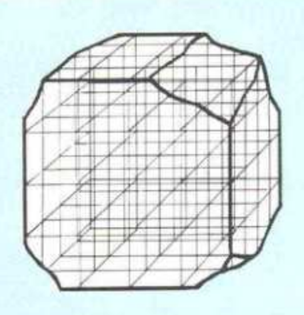
Lava incandescente desplazándose hacia abajo; Kilauea, Big Island/Hawai.

determinadas agrupaciones regulares llamadas paragénesis, mientras que otros minerales se excluyen mutuamente. La barita, la fluorita y la galena, por ejemplo, a veces se presentan juntas.
Sin embargo, el feldespato y la halita no pueden aparecer juntos en agregados cristalinos porque su origen es totalmente diferente.
El conocimiento de la paragénesis es una ayuda importante para la búsqueda de minerales y para su identificación. En general, en las descripciones de los yacimientos mencionaremos las paragénesis existentes.

Los cristales

Salvo pocas excepciones, los minerales bien desarrollados presentan unas formas geométricas típicas, es decir, son cuerpos con superficies de delimitación planas. Estos cuerpos reciben el nombre de cristales.
En la mayoría de los casos, en las rocas los cristales (o sea, los minerales) no pueden formar superficies de delimitación planas porque ambas se estorban mutuamente en su desarrollo externo.
Sin embargo, los pequeños componentes de las rocas son cristales, ya que, al fin y al cabo, la forma externa geométrica no es decisiva para un cristal sino su estructura interna, la disposición de los átomos, los iones o las moléculas. Si el envoltorio de estos componentes presenta una estructura regular, hablamos de estructura o red cristalina.
Los minerales con una estructura cristalina se llaman cristalinos y los que carecen de ella, es decir, de un orden interno regular, reciben el nombre de amorfos. El ópalo, por ejemplo, es un mineral amorfo.
Todas las propiedades físicas de los minerales (como la dureza, la densidad, la exfoliación, la irisación, etc.) dependen de la estructura cristalina interna.
Los cristales pueden ser de cualquier tamaño siempre que haya suficiente espacio para su desarrollo y las reservas necesarias para su formación.

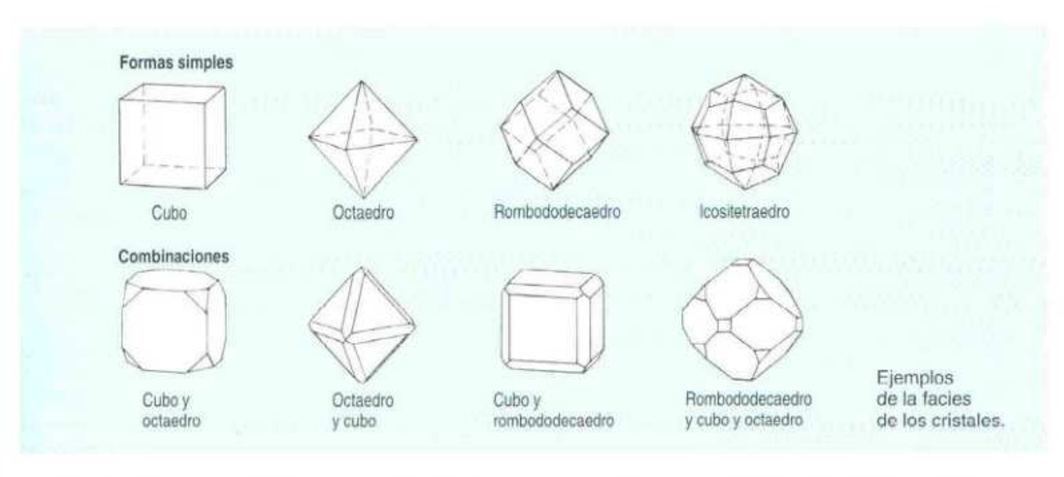




Cristal de sal gema con y sin delimitación geométrica.

Así, hay cristales de varios metros de longitud y algunas toneladas de peso. No obstante, la mayoría de los cristales son pequeños y a menudo sólo son visibles a través del microscopio. Los cristales orgánicos (por ejemplo, el azúcar) o los cristales artificiales (como los empleados en la tecnología de la informática) así como las piedras preciosas sintéticas (a pesar de tener la misma estructura cristalina que las piedras preciosas auténticas) no se consideran minerales. En cambio, los cristales de nieve y de hielo forman parte del reino mineral.
En los libros sobre minerales, los cristales individuales a menudo se distinguen con el signo X y varios cristales (¡no sólo dos!) con XX. A veces también se distingue entre signos en mayúscula (X) y en minúscula (x), que lógicamente hacen referencia a cristales grandes y pequeños. En EEUU se utiliza el signo Xls para varios cristales.
En las cavidades de peñascos, en el exterior de complejos rocosos y a veces también en rocas arcillosas blandas o en arenas porosas encontramos cristales muy hermosos y con superficies de delimitación planas. Aquí, los cristales minerales disponían de suficiente espacio y pudieron desarrollar bien su forma.

Facies
El conjunto de las formas que se presentan en un cristal recibe el

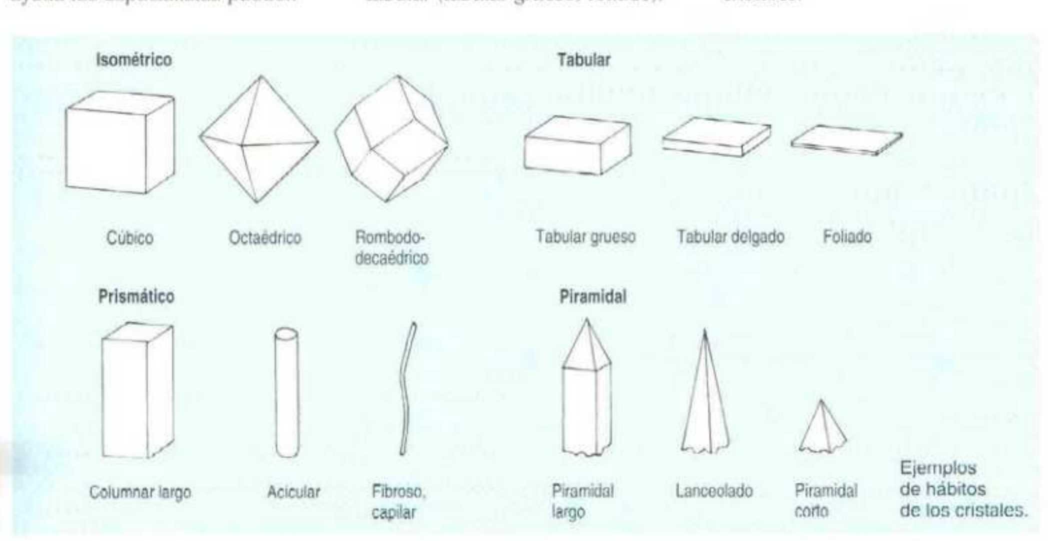


Ejemplos de la facies de los cristales.

nombre de facies. Hay formas simples (por ejemplo, cubo, rombododecaedro) y combinaciones de dos o más formas cristalográficas (por ejemplo, cubo y rombododecaedro).
La facies puede ser un rasgo identificativo esencial de los minerales. En ocasiones, con su ayuda los especialistas pueden incluso identificar el lugar de hallazgo del mineral.

Hábito

El tipo de desarrollo del cristal se llama hábito. Éste puede ser isométrico, es decir, de aproximadamente la misma longitud en las tres dimensiones (como en un cubo o un octaedro), tabular (tabular grueso, foliado), prismático (columnar, acicular) o piramidal (piramidal largo, lanceolado).
En los círculos de los coleccionistas, los términos facies y hábito no siempre se diferencian rigurosamente y con frecuencia se recogen de forma simplista para designar la formación de los cristales.



Ejemplos de hábitos de los cristales.

Cúbico

Cubo | Octaedro | Rombododecaedro

Tetragonal

Prisma cuadrado | Pirámide doble | Prisma con pirámides

Hexagonal

Prisma hexagonal | Prisma hexagonal | Pirámide doble hexagonal

Sistemas cristalinos y formas cristalográficas

Todas las formas cristalográficas se pueden reducir a 7 sistemas cristalinos (cúbico, tetragonal, hexagonal, trigonal, ortorrómbico, monoclínico y triclínico). Estos sistemas se diferencian por los ejes cristalográficos y los ángulos de intersección de dichos ejes.

Sistema cúbico (sistema regular) Los tres ejes tienen la misma longitud y son perpendiculares entre sí. Formas cristalográficas típicas son el cubo, el octaedro, el rombododecaedro, el pentagonododecaedro, el icositetraedro y el hexaquisoctaedro.

Sistema tetragonal Los tres ejes son perpendiculares entre sí; dos de ellos son de la misma longitud y se hallan en un mismo plano, y el tercero (eje principal) es más largo o más corto. Formas cristalográficas típicas son los prismas y las pirámides tetragonales, el trapezoedro y las pirámides octogonales así como las pirámides dobles.

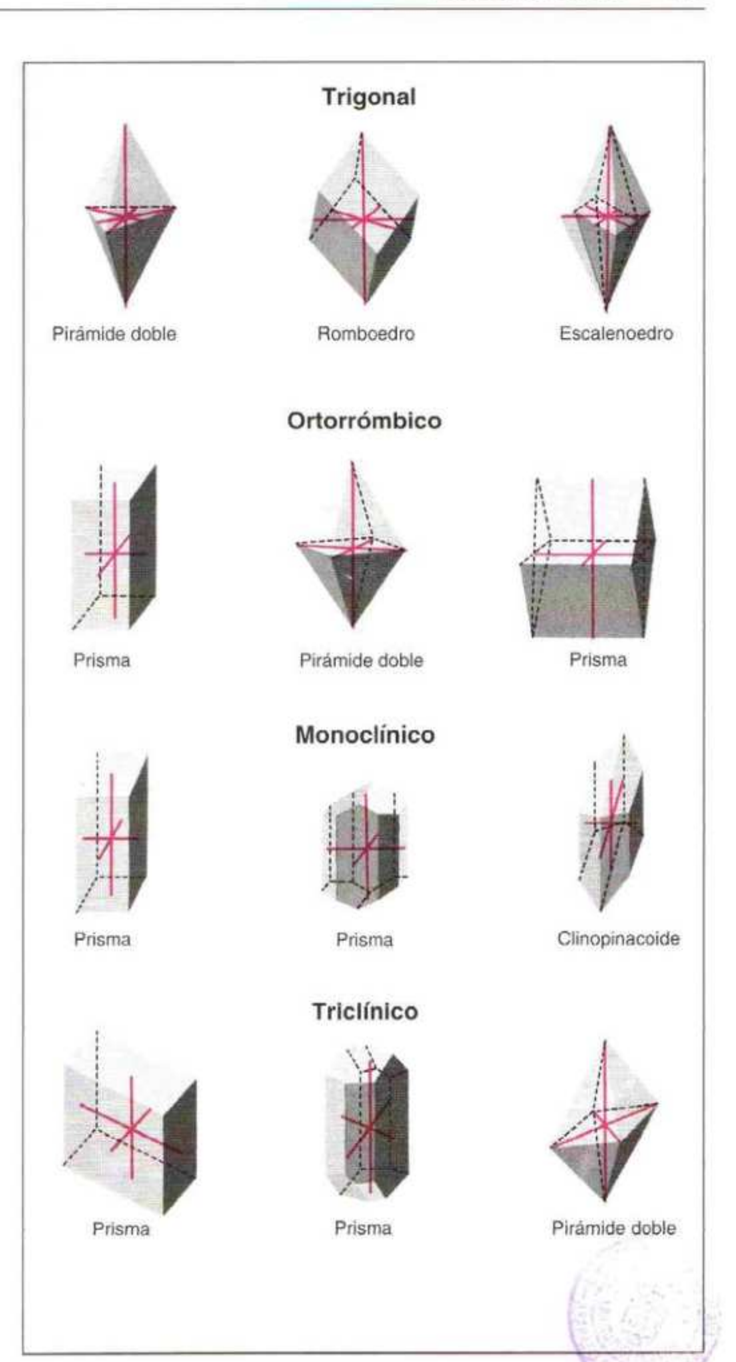
Sistema hexagonal Tres de los cuatro ejes se hallan en un mismo plano, tienen la misma longitud y se cortan formando ángulos de 120°, y el cuarto eje, de diferente longitud, es perpendicular a ellos. Formas cristalográficas típicas son los prismas y las pirámides hexagonales así como las pirámides dodecágonas y las pirámides dobles.

Sistema trigonal (sistema romboédrico) Tres de los cuatro ejes se hallan en un mismo plano, tienen la misma longitud y se cortan formando ángulos de 120°, y el cuarto eje, de diferente longitud, es perpendicular a ellos. Los ejes y los ángulos coinciden con los del sistema anterior, por lo que, a veces, los dos sistemas cristalinos se agrupan en el sistema hexagonal. La diferencia está en los elementos de simetría. En el sistema hexagonal, la sección transversal del prisma fundamental es un hexágono, y en el sistema trigonal es un triángulo. Mediante el biselamiento de las aristas del prisma trigonal aparece la forma del prisma hexagonal. Formas cristalográficas típicas del sistema trigonal son los prismas y las pirámides trigonales, el romboedro y el escalenoedro.

Sistema ortorrómbico (sistema rómbico) Los tres ejes de diferente longitud son perpendiculares entre sí. Formas cristalográficas típicas son el pinacoide básico, los prismas, las pirámides rómbicas y las pirámides dobles rómbicas.

Sistema monoclínico Dos de los tres ejes de distinta longitud son perpendiculares entre sí y el tercero está inclinado respecto a los dos primeros. Formas cristalográficas típicas son el pinacoide básico y los prismas con caras inclinadas.

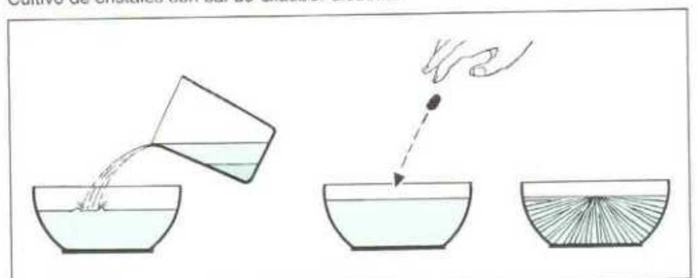
Sistema triclínico Los tres ejes son de distinta longitud y están inclinados los unos respecto a los otros. Formas cristalográficas típicas son los pares de caras.



Cultivo de cristales
Los cristales se forman por la adición continua de partículas diminutas a un núcleo cristalino a partir de una solución, una masa fundida o vapor. Normalmente, en la naturaleza la velocidad de crecimiento es muy lenta.
En el cultivo, es decir, en el proceso de crecimiento de cristales realizado artificialmente en el laboratorio o en casa, se puede controlar la velocidad de crecimiento influyendo sobre las condiciones básicas. Este proceso se utiliza ampliamente para la creación de cristales artificiales destinados a la técnica y al comercio de piedras preciosas.
A fin de que el coleccionista aficionado se haga una idea de la formación de los cristales, es recomendable cultivar cristales en casa alguna vez.
En muchas tiendas que venden minerales, productos químicos, material de laboratorio o juegos de entretenimiento se pueden comprar equipos con sustancias de cultivo, accesorios e instrucciones de experimentación detalladas. Los equipos más sencillos cuestan unas 2000 ptas., y los más sofisticados unas 10 000 ptas. Algunos equipos de experimentación están indicados para niños a partir de 8 años. No requieren conocimientos previos especiales. Hay que tener mucho cuidado con todas las sustancias químicas. No hay que manejarlas a la ligera sino leer atentamente y tener en cuenta las instrucciones. Siempre que se manipulen productos químicos hay que llevar guantes de goma.

¡Atención!
Muchas sustancias químicas son tóxicas o de algún modo peligrosas.

En caso de duda consultar a un especialista, como un profesor de química o un farmacéutico.
El cultivo de cristales con azúcar o sal de mesa no es peligroso. Ofrece unos cristales grandes y hermosos pero requiere varios días de espera y mucha seguridad en su manipulación.
La formación de cristales se basa en el siguiente principio: es la

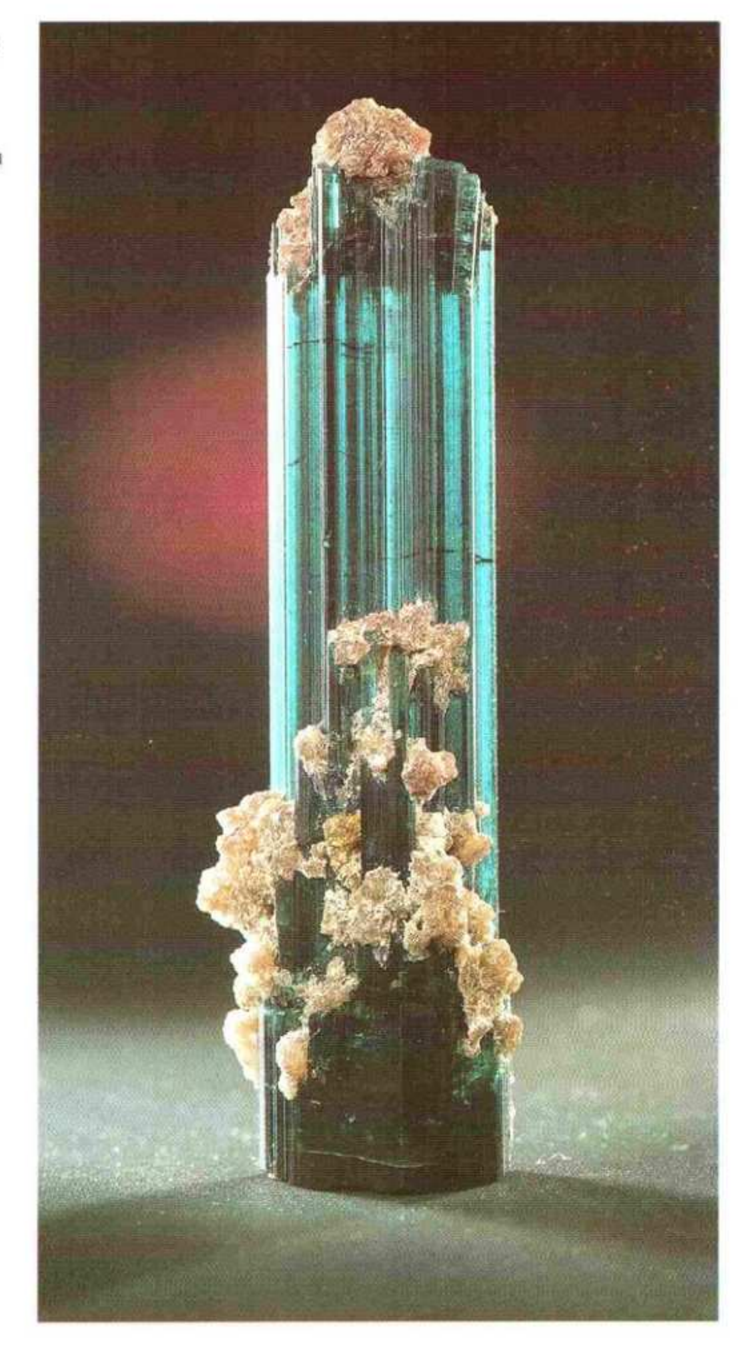

Cultivo de cristales con sal de Glauber disuelta.

Cultivo de cristales con sal de Glauber (sulfato sódico)

1. Verter lentamente 10 g de sal de Glauber a una temperatura ambiente de unos 22 °C en un recipiente con 25 ml de agua (25 cm³ o 25 g). Remover sin interrupción hasta que la mayor parte de la sal de Glauber se haya disuelto. Queda un poco de poso. La solución está saturada.
2. Calentar el líquido a unos 30 °C. Para ello, colocar el recipiente en agua caliente. Volver a remover. Una parte del poso se disuelve.
3. Verter con cuidado el líquido claro en otro recipiente. Dejar el poso, no removerlo.
4. Enfriar el líquido por debajo de 20 °C, a ser posible en un baño de agua fría. Basta con el agua del grifo, ya que está aproximadamente a 8-12 °C. También es posible enfriar la mezcla en el frigorífico. Sin embargo, en tal caso hay que dejar la puerta del frigorífico abierta durante bastante tiempo.
5. Echar un grano de sal de Glauber en el líquido enfriado. Sirve de núcleo de cristalización. De repente, se forman cristales aciculares que se van extendiendo de forma radial por el recipiente.

consecuencia de una segregación de exceso de sustancia procedente de una solución saturada. La introducción de gérmenes cristalinos desencadena el proceso de cristalización.
El cultivo de cristales con sal de Glauber (sulfato sódico) es sencillo e inofensivo. Esta sal blanca se puede comprar en las tiendas de productos químicos y en las droguerías.
Con este experimento se puede observar en pocas horas la formación de cristales. De pronto se forman ante nuestros ojos agujas de varios centímetros de largo.
Los cristales más bonitos sólo aparecen si tenemos en cuenta lo siguiente:

- Utilizar recipientes bien limpios.
- Los recipientes de vidrio de superficies lisas son los más adecuados.
- Cubrir los recipientes para evitar el polvo.
- Utilizar siempre agua destilada.
- Justo antes y durante la cristalización, colocar el recipiente en un lugar sin vibraciones.



Turmalina azulada (denominada indigolita) con las típicas bandas longitudinales; Minas Gerais/Brasil; 1,5 veces su tamaño natural.

Agregados minerales

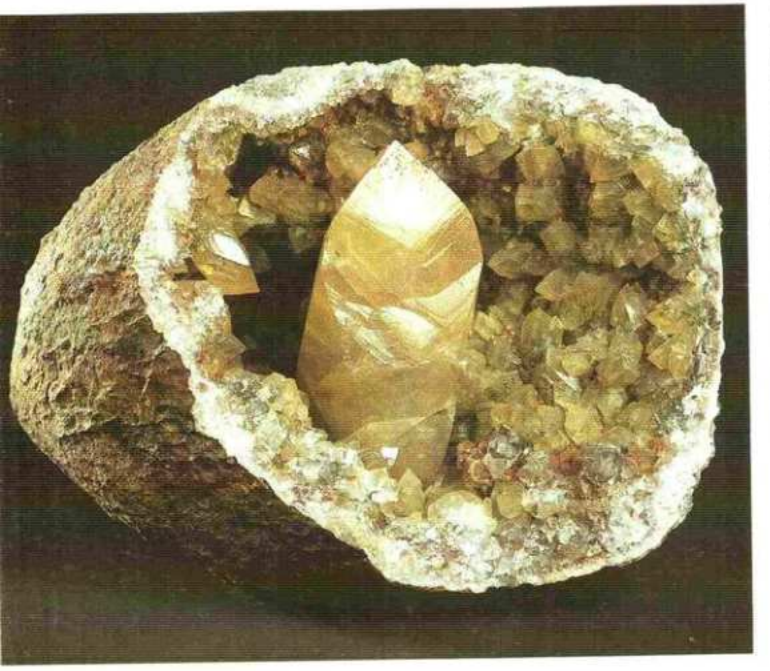
Los agregados minerales, también llamados asociaciones minerales, son conglomerados de minerales pequeños dispuestos de forma regular o irregular. El tamaño máximo es de unos pocos metros de diámetro. No existe un límite preciso con las acumulaciones minerales de las rocas. Dependiendo del tipo de minerales y de su cohesión así como de la forma cristalina de cada individuo aislado, los agregados minerales presentan determinadas apariencias.

Agregados de granos y masas compactas

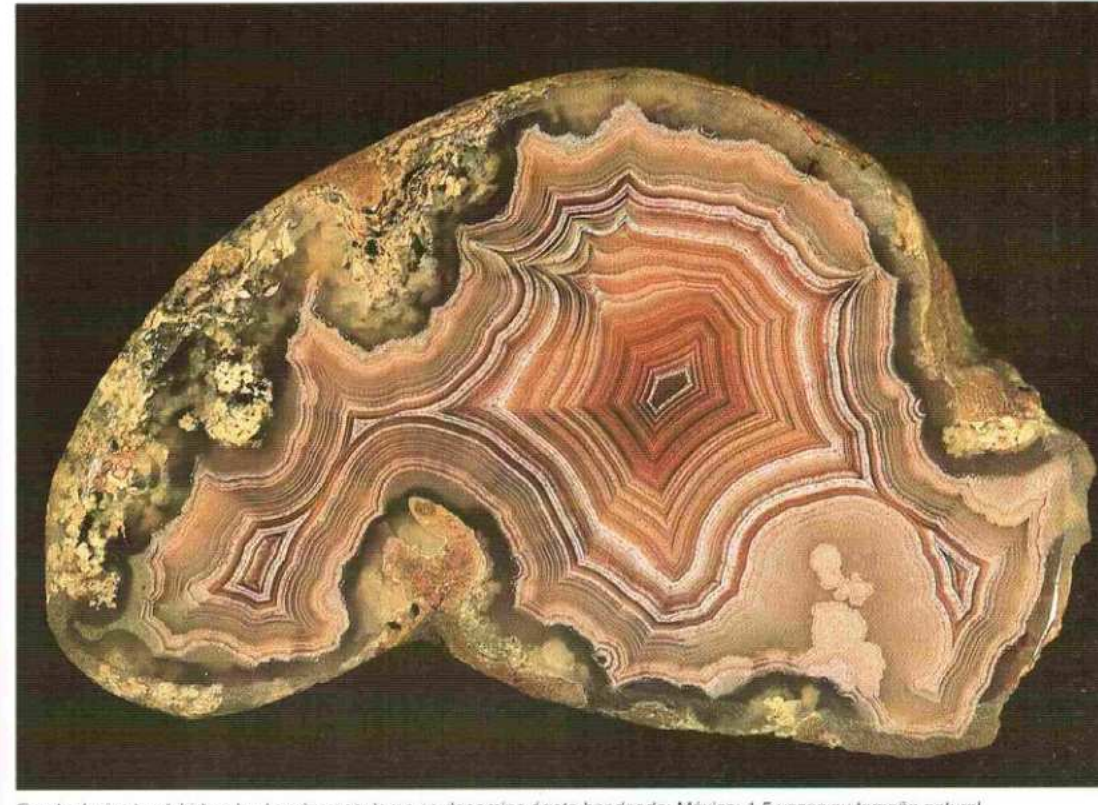
Un agregado mineral con varios cristales individuales del mismo o de diferente tipo recibe el nombre de agregado de granos. Una acumulación de muchos cristales pequeños se llama masa compacta.
Cuanto más pequeños son los individuos tanto más uniforme es, en general, la formación de los cristales. En los cristales grandes existen divergencias más o menos marcadas del estado ideal de la forma cristalográfica, además de minerales y otros materiales extraños que con frecuencia están incluidos.
Un agregado mineral sin superficies cristalográficas, es decir, sin delimitación uniforme, recibe el nombre de compacto. Véase también la figura sobre deformaciones de cristales de la página 32.

Drusas y geodas

Un agregado de granos cerrado por todos lados se denomina drusa. Normalmente, las drusas son esféricas. Presentan unos cristales que han crecido desde la pared interior hacia el espacio interior vacío. A veces, las drusas también pueden adoptar formas ovaladas u oblongas de más de 1 m de largo.
Las más conocidas son las drusas violetas de amatista. En estas drusas pueden presentarse muchos y variados tipos de minerales.
Cuando la cavidad de una drusa está total o prácticamente llena de sustancia mineral se habla de una geoda. Con frecuencia, las geodas contienen un material de grano tan fino que a simple vista no se puede ver ningún cristal.
Las geodas pequeñas de un diámetro de hasta unos 2 cm se denominan almendras. En la práctica, los términos drusa y geoda apenas se diferencian. Se utilizan como sinónimos para designar un relleno mineral más o menos intenso de una cavidad.
El ágata, ampliamente utilizada como piedra ornamental, se forma como relleno de una drusa. Siempre es estriada y se compone de material silíceo y, por consiguiente, forma parte del grupo del cuarzo.



Drusa de calcita con revestimiento de cristales denso; Fischbachtal/Renania-Palatinado, Alemania. A un tercio de su tamaño natural.

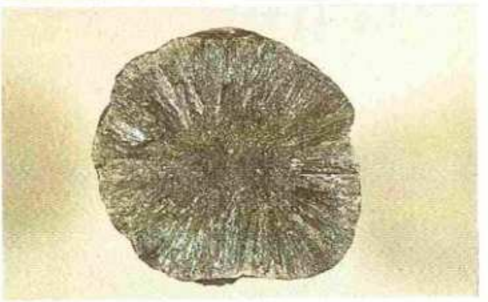


Geoda de ágata: debido a las bandas angulares se denomina ágata bandeada; México; 1,5 veces su tamaño natural.

Aspecto de los agregados
Algunos agregados de un tipo mineral presentan unas formaciones que recuerdan a modelos gráficos. Aunque estas formas sólo se desarrollan en determinados minerales, no son necesariamente un rasgo identificativo seguro para un mineral, ya que en varios tipos de minerales se puede encontrar esta forma u otra similar.
Calva La superficie presenta formaciones semiesféricas, lisas y a menudo brillantes. Normalmente, la estructura interna es radial. Sinónimos: abotagado, uviforme, esférico, reniforme, bulboso, papilar.
Estalactítico Superficie abotagada y alargada, en forma parecida a una estalactita.
En forma de rosa Individuos foliados dispuestos en forma de rosa.
En haces Disposición de los minerales en grupos de individuos alargados y más o menos paralelos. Sinónimos: en manojos, en fibras paralelas.
En fibras desordenadas Individuos repartidos sin seguir ninguna dirección. Sinónimos: estrellado desordenado, enmarañado.
Esquelético Formación lisa similar a escarcha. Sinónimos: dendrítico, musgoso, filiforme, tejido.
Costroso Revestimiento fino de otro agregado. Sinónimos: eflorescente, enmohecido, con corteza.
Terroso Masa poco sólida, amorfa, en la mayoría de los casos desmenuzable. Sinónimos: polvoriento, farináceo.



Agregado mineral oolítico (aragonito). Algo reducido.



Agregado mineral radial (pirita). Algo reducido.



Calva (hematites). Algo reducida.



Agregado mineral en forma de rosa (yeso espático). Tamaño natural.



Agregado mineral esquelético (cobre). Algo reducido.

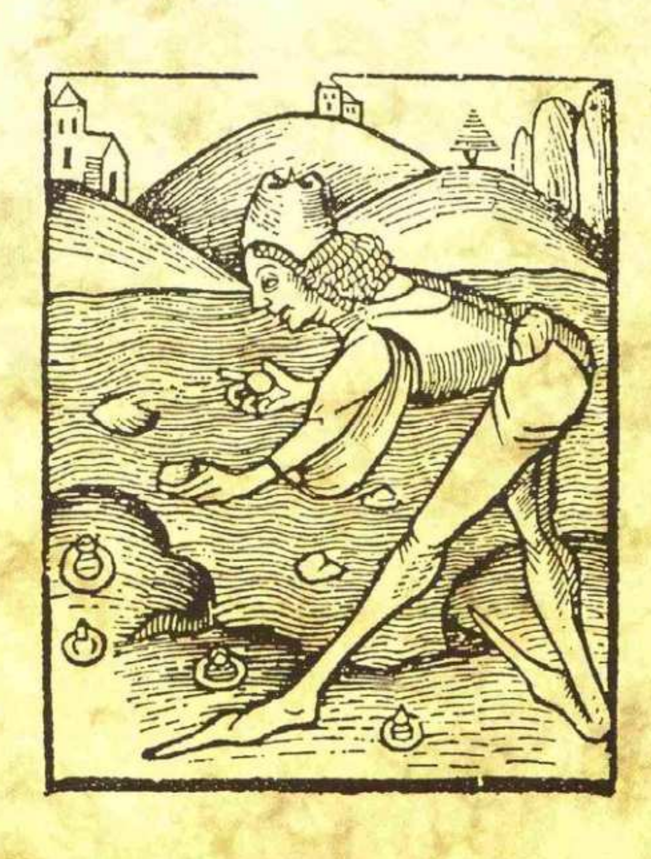
Estructura de los agregados
Normalmente, la apariencia externa que presenta un agregado mineral también refleja una determinada estructura u organización interna.
Espático En el plano de rotura de un agregado se observan muchas superficies pequeñas, lisas y brillantes. Sólo se presenta en aquellos agregados formados por minerales de exfoliación perfecta.
Granulado Granos unidos visibles a simple vista.
Compacto Los individuos son tan pequeños que sólo se pueden ver a través del microscopio y no a simple vista.
Oolítico Agregado compuesto por glóbulos cuyo tamaño oscila entre el de la cabeza de un alfiler al de un guisante. Sinónimos: pisolítico, como huevas de pescado, conquiforme.
Pedunculado Disposición alargada de los individuos del agregado. Sinónimo: estrellado, radial, fibroso.
Foliado Textura de láminas planas de un agregado mineral. Sinónimo: escamoso.

Maclas dobles y múltiples
Las formaciones producto del crecimiento conjunto regular de cristales del mismo tipo también forman parte de los agregados minerales.
Dependiendo del número de los individuos implicados podemos hablar de maclas dobles, triples y múltiples.
Hablaremos de las maclas dobles y múltiples como objetos de colección en la página 33.

Qué minerales coleccionar

Todo aquel que empieza a coleccionar algo se plantea la pregunta: ¿Qué piezas debo recoger? ¿Todo lo que pueda conseguir, o debo hacer una selección? Sin embargo, sólo los que tienen una cierta visión de conjunto del ámbito de colección pueden llevar a cabo una selección.
A continuación expondremos y explicaremos las diversas posibilidades de la colección de minerales y trataremos algunos aspectos problemáticos especiales. Introduciremos en el amplio mundo de la colección de minerales a las personas que estén interesadas mediante ejemplos escogidos.
Hay tres tipos de colecciones: la aleatoria, la sistemática y la temática.

«El buscador de piedras preciosas», extraído de «Hortus sanitatis», 1509. Además de piedras brutas, en primer plano también se observan piedras preciosas engarzadas en anillos.



Colección aleatoria

Cuando un niño colecciona piedras por primera vez, recoge todo lo que le gusta. Atesora piedras de colores, se lleva a casa guijarros redondos, busca fracciones con inclusiones de colores o brillantes, hace precisamente todo lo que se le antoja en ese momento, ¡por pura casualidad!

Asimismo, los adultos con frecuencia empiezan por una colección aleatoria de este tipo. Primero, alguien les regala una piedra, después se compran una drusa porque les gusta y, a veces, ellos mismos también encuentran alguna piedra bonita. Todo de forma aleatoria, sin ningún criterio ni sistema.

Pero, como el volumen de la colección aumenta cada vez más y apenas se puede abarcar de un vistazo, llega un momento en que hay que decidir cómo continuar. Toda colección aleatoria sólo constituye una fase de transición para un auténtico coleccionista. Tarde o temprano se verá obligado a limitarse a un ámbito concreto en especial, a continuar con la colección quizás según unos criterios científicos o quizás siguiendo valoraciones estéticas de cualquier índole.

A partir de este momento empieza el verdadero aliciente del coleccionismo. Se aspira a completar la colección, se intenta alcanzar la integridad. Al mismo tiempo que uno se especializa en su colección, se convierte en un especialista y, finalmente, en un experto muy solicitado en un área determinada del coleccionismo de minerales.

Mimetesita de estructura piramidal; Tsumeb/Namibia. Cinco veces su tamaño natural.



Colección sistemática

Algunos amantes de los minerales intentan coleccionar todo tipo de ejemplares. En la actualidad se conocen 3800 tipos de minerales. Además hay varios miles de variedades. Cada año se descubren aproximadamente entre 20 y 40 nuevas especies.

Clasificación

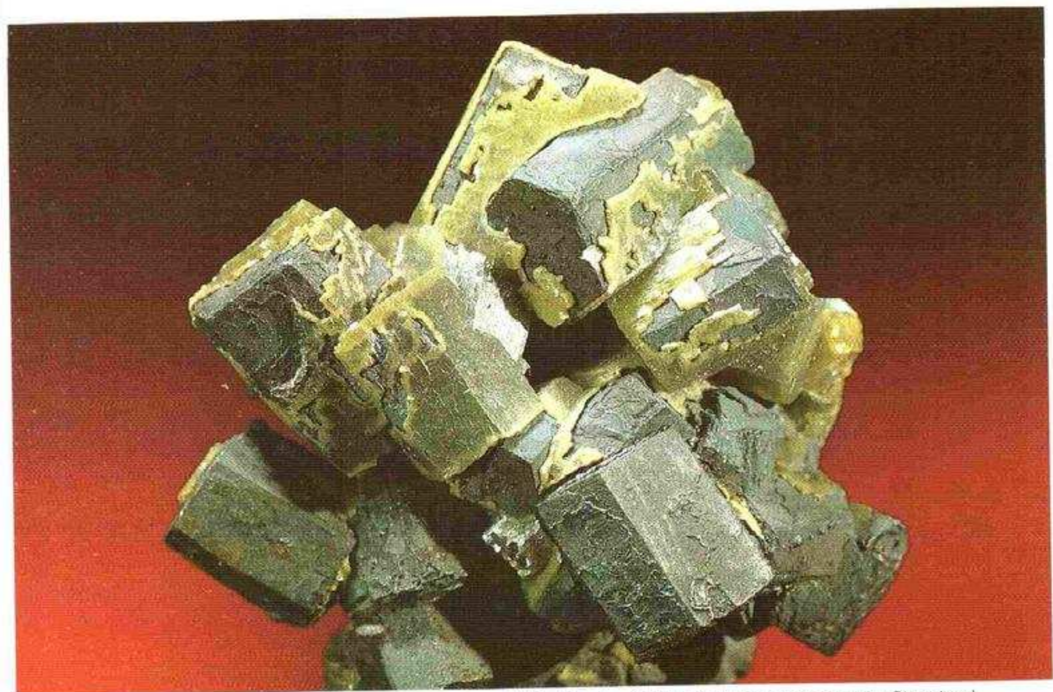
Es imposible abarcar con la vista estos varios miles de minerales. Hay que intentar agrupar los minerales con las mismas características o similares. En la mineralogía científica, los tipos de minerales se clasifican según su composición química y, después, por su estructura.
La composición química se representa mediante una fórmula (por ejemplo Al_2O_3 para el corindón). Esta fórmula está idealizada, es decir, sólo expresa los componentes principales del mineral. No tiene en cuenta las pequeñas adiciones naturales.

Cristales mixtos
Hay minerales en los cuales los componentes elementales sueltos son reemplazados por elementos afines sin que la estructura básica cristalina y química se modifique. Dado que este intercambio puede ser más o menos importante en los distintos minerales, se forman varios cristales denominados mixtos y que juntos constituyen una serie mixta. Los feldespatos calcosódicos o plagioclasas con los minerales albita, oligoclasa, andesina, labradorita, bitownita y anortita constituyen una serie mixta.

Modificaciones
Sabemos de minerales que presentan una composición química igual a la de otros pero que siguen siendo autónomos. La causa reside en una red cristalina distinta. Este fenómeno, que consiste en que la misma sustancia química adopta formas cristalinas diferentes y, por lo tanto, forma minerales distintos, recibe el nombre de polimorfismo, y las estructuras individuales el de modificaciones.
El carbono (C), por ejemplo, aparece en las modificaciones grafito y diamante. Los minerales cuarzo, cristobalita, coesita, stishovita y tridimita así como el ópalo son modificaciones del ácido silícico (dióxido de silicio, SiO_2).

Nueve clases
El reino mineral se divide en 9 clases. La última clase incluye compuestos orgánicos que, estrictamente, no son auténticos minerales ya que son de origen orgánico. Por otra parte, dado que se han «petrificado», está justificado incluirlos en el reino mineral.
En la página 29 encontrará una selección de minerales conocidos. Como concesión al gran número de coleccionistas con poca preparación científica, dentro de los grupos principales, de las clases, los minerales están ordenados alfabéticamente y no según criterios cristalográficos, como es habitual en mineralogía.
En las obras fundamentales de mineralogía y en tablas mineralógicas generales figuran

		Número de tipos de minerales
Clase I	Elementos	100
Clase II	Sulfuros y compuestos afines	600
Clase III	Halogenuros	150
Clase IV	Óxidos e hidróxidos	550
Clase V	Nitratos, carbonatos, boratos	350
Clase VI	Sulfatos, cromatos, molibdanatos, wolframatos	350
Clase VII	Fosfatos, arseniatos, vanadatos	700
Clase VIII	Silicatos	900
Clase IX	Compuestos orgánicos	30



Pseudomorfismo de galena en piromorfita; Bad Ems/Renania-Palatinado, Alemania. Cinco veces su tamaño natural.

todos los minerales, y éstos se describen con más o menos detalle. Sin embargo, el coleccionista tiene bastante con consultar libros sobre mineralogía de divulgación científica en los que sólo tratan una selección de los minerales más importantes o más conocidos. Véase al respecto la Bibliografía de la página 184.

Sistemática

Los coleccionistas que basan su colección en el sistema de las 9 clases desarrollado por los especialistas se consideran sistemáticos. Su colección recibe el nombre de colección sistemática (antes también llamada colección general).
Los amantes de las colecciones sistemáticas nunca conseguirán completarlas. Tampoco hay ningún museo ni ninguna otra colección en que estén representados todos los tipos de minerales. Ello es debido, por una parte, a la cuestión de los costes y, por otra, a la dificultad de conseguir determinados minerales porque sólo existen unos pocos ejemplares.
Pero precisamente aquí reside el especial aliciente de una colección sistemática. La colección no termina nunca, la búsqueda siempre continúa. ¡Pero qué maravilla cuando se añade a la colección un mineral raro!

Los nombres de los minerales

Uno de los problemas del coleccionista son las tan frecuentes designaciones dobles (sinónimos) de los minerales. Hay más de 10 000 nombres de minerales. Muchos de ellos son erróneos, engañosos o innecesarios. A pesar de todo, estos nombres se siguen cultivando y arrastrando tanto en el comercio como en la literatura. De hecho existen acuerdos y normas internacionales, pero en la práctica la confusión también es internacional.

Minerales del esquema de clasificación científica (selección)

Clase I: elementos	amalgama, antimonio, arsénico, azufre, bismuto, cobre, diamante,	grafito, mercurio, oro, plata, platino, telurio
Clase II: sulfuros y compuestos afines acantita, antimonita, argentita, arsenopirita, berthierita, bismutina, blenda de cinc, bornita, boulangerita, bournonita, calcopirita, calcosina,	cinabrio, cloantita, cobaltina, covellina, cubanita, enargita, estannina, estefanita, estibiopaladinita, freibergita, galena, gersdorfita, jamesonita, jordanita, lineita, löllingita, marcasita, millerita, molibdenita, niquelina, oropimente,	patronita, pentlandita, petzita, pirargirita, pirita, pirrotina, polibasita, proustita, rejalgar, saflorita, schapbachita, silvanita, skutterudita, sperrylita, swartzita, tenantita, tetraedrita, wurtzita
Clase III: halogenuros	atacamita, calomelano, carnalita, clorargirita, criolita, fluorita, sal amoníaco (salmiac), sal gema (halita), silvina	
Clase IV: óxidos e hidróxidos alumogel, anatasa, arsenolita, asbolana, bismita, bixbyita, bohemita, branerita, braunita, brookita, casiterita, coesita, columbita, corindón, coronadita, criptomelana,	crisoberilo, cristobalita, cromita, cuarzo, cuprita, diásporo, espinela, franklinita, gahnita, gibsita, goethita, hausmanita, hematites, heterogenita, hielo, hollandita, ilmenita, lepidocroita, magnetita, manganita, molibdita, niobita, ópalo, pechblenda,	perovskita, pirocloro, pirolusita, psilomelana, rutilo, sasolina, senarmontita, stishovita, tantalita, tenorita, torianita, tridimita, uraninita, valentinita, wolframita, zincita
Clase V: nitratos, carbonatos, boratos	anquerita, aragonito, auricalcita, azurita, bismutita, boracita, bórax, calcita, cerusita, colemanita, espato dolomítico, estroncianita, fosgenita, gaylusita, hambergita, hidrocincita,	kernita, kurnakovita, leadhillita, magnesita, malaquita, nitrato de potasa, nitrato de sosa, rodocrosita, siderita, sinhalita, smithsonita, sosa, ulexita, witherita
Clase VI: sulfatos, cromatos, molibdanatos, wolframatos	alunita, anglesita, anhidrita espática, barita, brochantita, cainita, calcantita, celestina, crocoíta, epsomita, halotriquita, hanksita, jarosita,	kieserita, linarita, polihalita, powellita, scheelita, schoenita, thenardita, wulfenita, yeso espático
Clase VII: fosfatos, arseniatos, vanadatos	adamita, ambligonita, anabergita, apatito, autunita, berilonita, brasilianita, cacoxenita, carnotita, descloizita, eritrina, farmacolita, lazulita, mimetesita, monacita,	motramita, olivenita, piromorfita, purpurita, scholzita, stolcita, strengita, torbernita, turquesa, uranocircita, vanadinita, variscita, vivianita, wardita, wavellita
Clase VIII: silicatos actinolita, alanita, analcima, andalucita, antofilita, apofilita, arfvedsonita, augita, axinita, benitoíta, berilo, bertrandita, broncita, caliofilita, cancrinita, caolinita, chabasita, chamosita, cianita, clinocloro, clorita, cordierita, cornerupina, crisocola, dafnita, danburita, datolita, delesita, diópsido,	dioptasa, dumortierita, egirina, enstatita, epidota, escapolita, escolecita, espodumena, estaurolita, estilbita, euclasa, fasaíta, fayalita, feldespatos, fenaquita, filipsita, forsterita, garnierita, girolita, glaucofana, granates, harmotoma, hauyna, hedenbergita, hemimorfita, heulandita, hiperstena, hornblenda, illitas, ilvaíta, jadeíta, lapislázuli, laumontita, leucita, melilita, mesolita,	mica, milarita, montmorillonita, natrolita, nefelina, neptunita, noseana, okenita, olivino, omfacita, pectolita, penina, petalita, piamontita, pirofilita, prehnita, riebeckita, ripidolita, rodonita, sepiolita, serpentina, sillimanita, sodalita, talco, thomsonita, titanita, topacio, torita, tremolita, turingita, turmalina, uranofana, vesubiana, willemita, wollastonita, zircón, zoisita
Clase IX: compuestos orgánicos	ámbar, melita, ozoquerita, whewelita	

Colecciones temáticas

En el caso de la colección temática (también llamada colección especial), ésta se limita a unos ámbitos temáticos muy concretos y en la mayoría de los casos limitados dentro del reino mineral.
Hay quien sólo colecciona un tipo de mineral y sus variedades (por ejemplo, grupo del cuarzo), otros sólo cristales individuales y otros buscan minerales de menas o de piedras preciosas, determinadas formas cristalográficas o agregados en forma de rosa, minerales fluorescentes o maclas dobles y múltiples. Las posibilidades de una colección temática son prácticamente inagotables. Cada uno puede ver todas las posibilidades e inclinarse por lo que más le guste.
Todas las colecciones llevan un sello individual, ya que siempre son únicas. No hay otra colección que sea ni siquiera aproximadamente igual, con el mismo aspecto o la misma composición. En el sentido estricto, las colecciones locales (véase página 52), cuyos minerales proceden de una zona muy limitada, así como las colecciones regionales (véase página 47), cuyos minerales son originarios de una región determinada, también forman parte de las colecciones temáticas. No obstante, en la práctica suelen considerarse círculos de colección propios.

Colección de variedades

Todos los minerales tienen más o menos variedades. Éstas se diferencian del mineral «normal» por el color, las inclusiones, la formación de cristales o de agregados.
A veces, estas variedades pueden ser típicas de determinados yacimientos y, por consiguiente, un rasgo distintivo importante para la determinación de minerales. Las variedades de color con frecuencia se utilizan como piedras ornamentales o preciosas. Se conocen muchísimas variedades del cuarzo cristalino. Su colección puede ser una tarea interesante.

Colección de cristales individuales

Todo mineral puede desarrollar uno o varios tipos de cristales, pero siempre muy determinados y propios.
El cuarzo, por ejemplo, sólo puede formar columnas hexagonales coronadas por pirámides. No puede adoptar formas esféricas. La causa de ello reside en la estructura cristalina interna, en la disposición de los átomos. En cambio, la pirita se presenta en forma de cubos, octaedros, pentadodecaedros y hexaquisoctaedros o, también, en combinaciones de estas formas cristalográficas. Sus formaciones



cristalinas tienen muchas caras, a veces incluso son esféricas, pero nunca columnares como en el caso del cuarzo.
Sin embargo, el tipo de cristal con las correspondientes formas cristalográficas típico de un mineral sólo puede originarse cuando hay suficiente espacio disponible para su formación. En una roca compacta como el granito esto no es así. Los cristales se estorban mutuamente en su desarrollo de forma que los distintos granos cristalinos no pueden presentar una forma propia típica.
En cambio, en una roca hueca los cristales pueden desarrollarse libremente hacia el interior de la cavidad y tener su propia forma cristalina (véase fig. página 69). Normalmente, éstos se adhieren a una base y, por consiguiente, sólo presentan la forma cristalina completa en el extremo libre. Únicamente en casos excepcionales pueden estar desarrollados ambos extremos, a saber, cuando estos cristales (llamados de terminación doble) se forman «suspendidos», por así decirlo. Éstos se desarrollan en un entorno tan blando y flexible que el cristal en formación es capaz de echar a un lado el material que le rodea.
No obstante, a pesar de tener la misma forma cristalina, los individuos minerales aislados casi siempre presentan un aspecto bastante diferente. Así, hay cristales grandes y pequeños, estrechos y anchos, rectos y torcidos.
La forma ideal (cristal ideal), como se describe en los libros, casi nunca se consigue. En la naturaleza (cristal real), el cristal resultante casi siempre está un poco desfigurado y deformado, es decir, las dimensiones y las proporciones de las superficies varían de un cristal a otro.
Ello se debe al tipo de crecimiento de los cristales. A diferencia de los organismos, en que el crecimiento tiene lugar desde el interior, los cristales se forman por adición de materia a partir de soluciones, masas fundidas, fases de vapor o de gas desde el exterior. Algunas superficies cristalinas pueden crecer más deprisa que otras, ya



Selección de cristales individuales con formas cristalográficas típicas. Línea superior (de izquierda a derecha): cuarzo, fluorita violeta e incolora, turmalina.
Línea central: apatito, calcita, granate.
Línea inferior: magnetita, pirita, rubí, yeso espático.

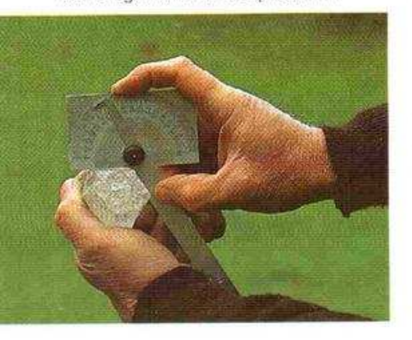
que las condiciones de adición son diversas debido a la estructura reticular del cristal y a las «condiciones del medio». En el caso de los cristales producidos artificialmente, en el laboratorio se puede conseguir que las condiciones de crecimiento sean tan ideales que los «cristales cultivados» se distingan también por una forma cristalográfica ideal.

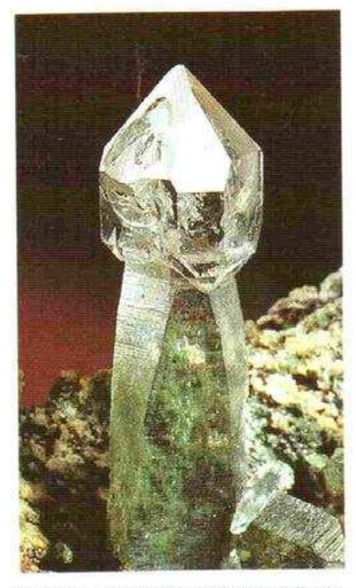
¡En los libros de texto, los cristales siempre se representan en su forma ideal!

Ley de constancia de los ángulos

A pesar de los diversos aspectos de las formas cristalográficas, existe una regularidad universal y visible a simple vista dentro de cada tipo de cristal, la denominada constancia de los ángulos.
Los ángulos de arista, es decir, aquellos ángulos formados respectivamente por dos superficies, siempre son iguales en el mismo tipo de cristal. Esta ley de constancia de los ángulos es un puntal importante de la cristalografía. Con su ayuda, los especialistas construyen la forma ideal (cristal ideal) del cristal mineral a partir del cristal real.
La ley de constancia de los ángulos también es una ayuda determinante para la identificación de minerales desconocidos. Los aparatos de medición de ángulos, los goniómetros, permiten determinar el ángulo cristalino y, así, diferenciar minerales de aspecto similar. En los romboedros de calcita, por ejemplo, el ángulo de arista es de 75°, en los romboedros de siderita es de 73° y en los romboedros de magnesita es de $72^1/_2$°.

Medición de ángulos de cristal de roca con un goniómetro de aplicación.

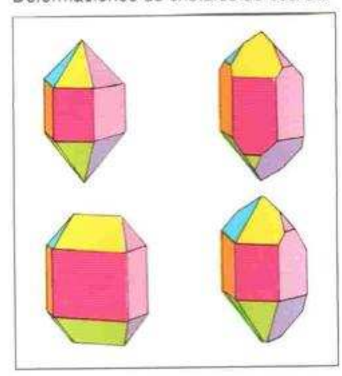




Cuarzo en forma de cetro, formado por adherencia de cristales con la misma orientación; Alto Adigio/Italia. Tamaño natural.

Para los coleccionistas aficionados existe el goniómetro de aplicación, fácil de manejar. La precisión de medida es de ± $^1/_2$ grado.
El goniómetro de aplicación consta de una placa con una línea de base recta, un semicírculo graduado sobre ésta y un brazo móvil centrado sobre el semicírculo. La rotulación permite leer tanto el ángulo interno de los cristales como el ángulo complementario en el círculo graduado.
Cualquiera se puede fabricar su propio goniómetro de aplicación con un simple transportador de ángulos.
Normalmente, los especialistas no determinan el ángulo interno de un cristal sino los denominados ángulos normales. Se trata de aquéllos formados por rectas situadas perpendicularmente sobre las superficies cristalinas y que convergen en el centro del cristal.
Un goniómetro de aplicación sólo es adecuado para cristales o fragmentos grandes. ¡Es

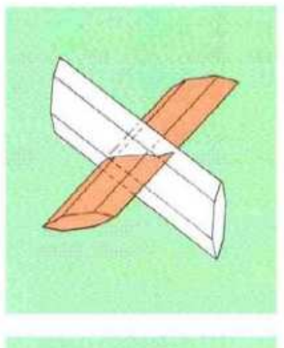
Deformaciones de cristales de cuarzo.

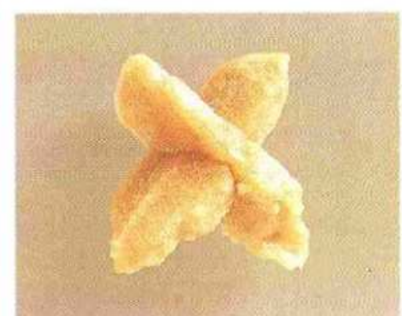


importante sujetar el goniómetro siempre perpendicular respecto al borde de medición!
En mineralogía, para la determinación de los ángulos cristalinos se emplean aparatos ópticos de precisión, los llamados goniómetros por reflexión. Estos aparatos también pueden utilizarse con cristales muy pequeños.
Para los aficionados puede ser interesante recoger minerales individuales y medir los ángulos cristalinos de éstos.
La calcita (espato calizo) está especialmente indicada. Es el mineral con más formas que existe. Se le conocen muchos cientos de formas cristalinas diferentes, 400 escalenoedros y 120 romboedros. En el «Atlas der Kristallformen» de V. Goldschmidt (1913-1923) están representadas 2542 formas cristalinas de calcita.

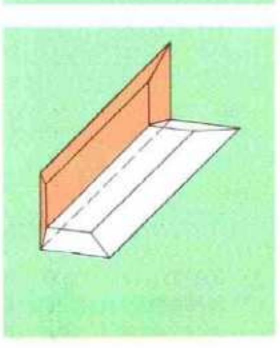
Colección de maclas dobles y múltiples

A veces, cristales del mismo tipo y de la misma forma pueden crecer juntos según una ley determinada. En tal caso hablamos de maclas dobles, triples, etc. dependiendo de cuántos individuos están implicados. Las formaciones puramente casuales no forman parte de las maclas dobles.
La causa de esta unión reside en la red cristalina. Dependiendo de la posición de los cristales los unos respecto a los otros hablamos de maclas de contacto, con superficies de delimitación de los cristales afiladas, y de maclas de penetración, con límites de adhesión irregulares.
Las maclas triples, cuádruples, óctuples, etc. se desarrollan por repetición de la formación de maclas en un grupo.
Las uniones de maclas dobles de varios individuos también se llaman maclas múltiples.
Las maclas dobles y múltiples a menudo se reconocen porque presentan un ángulo entrante, es decir, un ángulo cuyo vértice apunta hacia el interior del cristal.
En los cristales individuales, los ángulos entrantes nunca se presentan debido a la regularidad del crecimiento. Un gran número de minerales tiene tendencia a las adhesiones de maclas, entre los cuales destacan el aragonito, la augita, la barita, la blenda de cinc, la calcita, la calcopirita, la casiterita, la cerusita, el crisoberilo, el cuarzo, la cubanita, el diamante, la enargita, el espato dolomítico, la espinela, la estannina, la estaurolita, la estroncianita, la filipsita, la fluorita, la galena, la hausmanita, la hornblenda, la magnetita, la malaquita, la marcasita, la ortoclasa, la pirita, la plagioclasa, el rutilo, la scheelita, la titanita, la wurtzita, el yeso espático y el zircón.



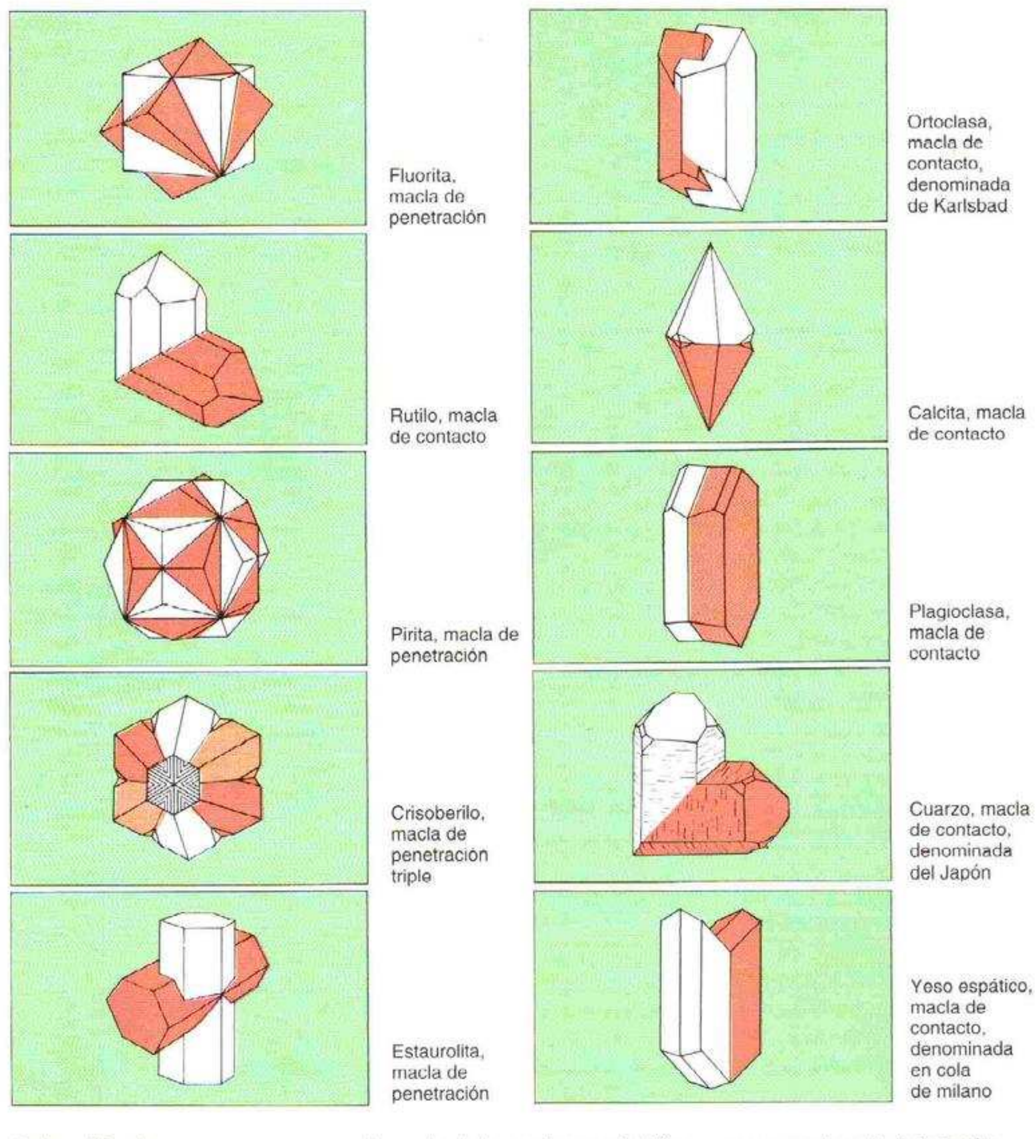


Arriba: macla de penetración de yeso espático. Tamaño natural.





Abajo: macla de contacto de yeso espático, denominada macla en cola de milano. Tamaño natural.



Fluorita, macla de penetración

Rutilo, macla de contacto

Pirita, macla de penetración

Crisoberilo, macla de penetración triple

Estaurolita, macla de penetración

Ortoclasa, macla de contacto, denominada de Karlsbad

Calcita, macla de contacto

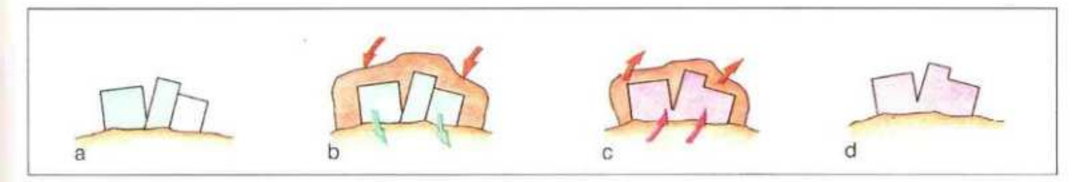
Plagioclasa, macla de contacto

Cuarzo, macla de contacto, denominada del Japón

Yeso espático, macla de contacto, denominada en cola de milano

Colección de pseudomorfismos

Hay minerales y agregados minerales que no presentan su forma habitual normal sino que han adoptado una forma cristalina extraña. Estos cristales atípicos reciben el nombre de pseudomorfismos.
Así, por ejemplo, la forma cristalográfica externa puede corresponder a la de la barita mientras que el contenido mineral real es el del cuarzo. En este caso se habla de un pseudomorfismo de cuarzo en (la forma cristalina) barita.



Formación de un pseudomorfismo envolvente.
a) Mineral inicial sin envoltura.
b) Mineral inicial recubierto por material extraño. Eliminación del mineral inicial.
c) Relleno de la forma del mineral inicial por la sustancia mineral extraña. Eliminación de la envoltura.
d) La sustancia mineral extraña sin envoltura, que presenta la misma forma externa que el mineral inicial, recibe el nombre de pseudomorfismo.

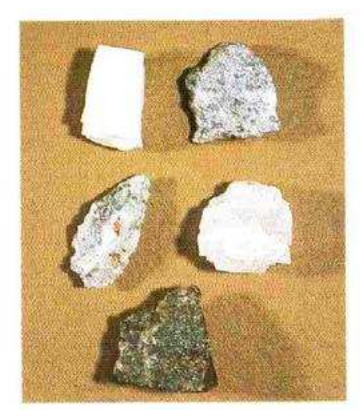
Los pseudomorfismos se producen, por ejemplo, cuando bajo un recubrimiento los cristales se disuelven y el espacio que dejan es rellenado por otras sustancias minerales. Así pues, el nuevo mineral adopta una forma cristalina que le es ajena. En este caso hablamos de pseudomorfismo de relleno. La disolución de un cristal y el relleno con nuevo material también puede producirse sucesivamente en pequeños pasos. En la misma medida en que los cristales originales se van disolviendo poco a poco tiene lugar una entrada de sustancia mineral extraña. Por así decirlo, los cristales primarios son expulsados. Por consiguiente, el resultado de este tipo de pseudomorfismo recibe el nombre de pseudomorfismo de expulsión.
El pseudomorfismo metamórfico tiene lugar de forma similar. Sin que la sustancia sea eliminada, un mineral puede transformarse poco a poco en otro mineral desde el exterior, conservando siempre la forma cristalina original. Los pseudomorfismos de este tipo se producen con frecuencia en las zonas de oxidación de los yacimientos de cobre.
En cambio, los llamados pseudomorfismos envolventes se desarrollan de forma totalmente diferente. En este caso, los cristales son recubiertos por una sustancia mineral extraña respetando la forma. Cuando, más tarde, los cristales recubiertos son eliminados, esta cavidad puede ser ocupada por sustancias de otro tipo.
El cuarzo a menudo experimenta pseudomorfismos. Pero hay otros muchos minerales que se presentan con una «forma extraña». Todos los tipos de petrificación, especialmente la madera fosilizada, son pseudomorfismos y, además, según modelos orgánicos u organogénicos. Para más información puede consultarse la página 137.

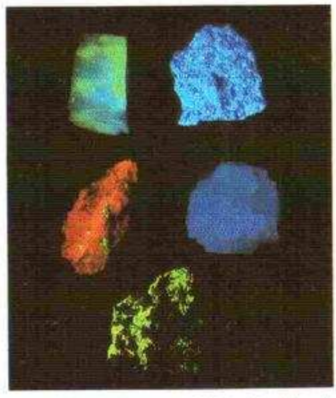
Colección de minerales luminosos

Algunos centenares de minerales presentan unos efectos cromáticos fascinantes, lo que se conoce como fluorescencia, cuando son irradiados con luz ultravioleta.
El término fluorescencia proviene del mineral fluorita, con el que este fenómeno se explicó correctamente por primera vez a mediados del siglo pasado. La fluorescencia sólo dura mientras se ilumina el objeto. Si la sustancia sigue brillando al dejar de ser iluminada, se habla de fosforescencia.
La fluorescencia y la fosforescencia se incluyen dentro del término general de luminiscencia junto a los otros tipos de luminosidad de una sustancia (a excepción de la pura irradiación de calor).

Causas de la luminosidad

Las causas de la luminosidad al iluminar minerales de aspecto poco vistoso residen tanto en el tipo de la fuente de irradiación como en la composición de los minerales.
Sólo la luz ultravioleta (llamada abreviadamente UV) puede producir fluorescencia. Esta luz abarca la gama de ondas inferior a 380 nm (nanómetro) y es invisible para nosotros.
Cuando iluminamos determinados minerales, denominados fluorescentes, con esta luz invisible, se ven blancos o brillan con los colores del espectro. Debido a determinados factores





Minerales fluorescentes bajo luz blanca (izquierda) y bajo rayos UV. Arriba (desde la izquierda): aragonito, calcita. Centro: fluorita, halita. Abajo: willemita.

perturbadores (presencia de materiales extranos o defectos estructurales en la red cristalina), los minerales fluorescentes son capaces de transformar la radiación UV de onda corta e invisible en longitudes de onda mayores y, por lo tanto, en luz visible.

Normalmente, nosotros vemos la luz visible blanca, como es el caso de la luz solar. Sin embargo, en realidad se compone de varios colores, a saber, el violeta, el azul, el verde, el amarillo, el naranja y el rojo, que son los colores del espectro solar. Esta riqueza de colores se puede observar en el arco iris.

La mayoria de minerales fluorescentes reaccionan a la luz UV de onda corta (254 nm). Algunos minerales sólo reaccionan a la luz UV de onda corta, otros exclusivamente a la luz UV de onda larga (366 nm), y otros tanto a la luz ultravioleta de onda corta como a la de onda larga.

El radiador ultravioleta

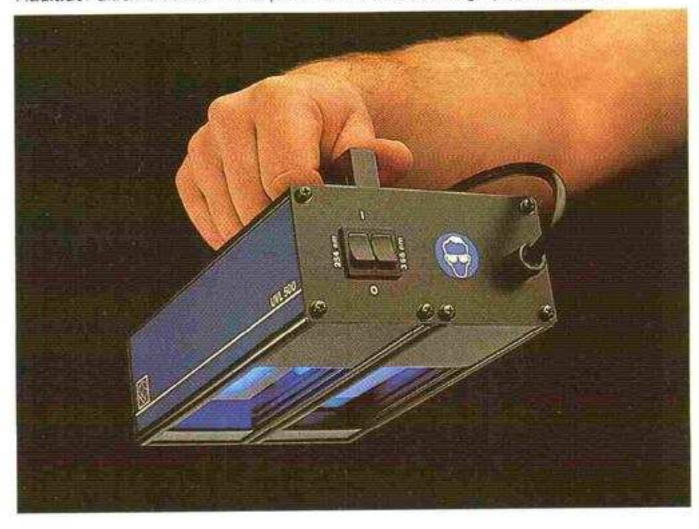
Para poder experimentar el efecto fascinante de los minerales fluorescentes se necesita una fuente de radiación adecuada. En el mercado pueden encontrarse muchos modelos de lámparas de luz ultravioleta a muy diversos precios.

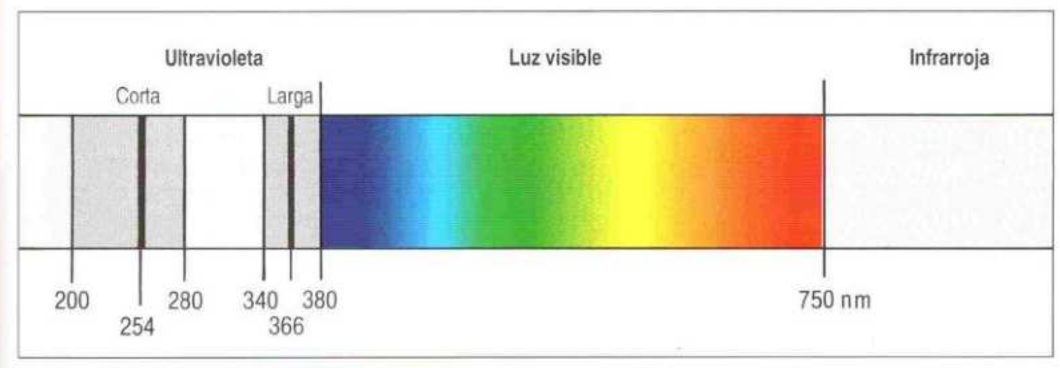
Le recomiendo las lámparas con dos quemadores para luz UV de onda corta y de onda larga, los cuales se pueden conmutar para la longitud de onda deseada. Además, hay que procurar que la lámpara se pueda sujetar sin demasiado esfuerzo a un trípode para tener ambas manos libres.

En la mayoria de las lámparas, la cantidad de horas de funcionamiento de los quemadores es muy elevada. En cambio, la duración del filtro de la porción UV de onda corta es, en general, menor. Éste se va descomponiendo poco a poco por la radiación, pero es fácil de cambiar.

Las lámparas con baterias o acumuladores, que también se pueden utilizar en el campo, en escoriales de minas y en cuevas para la búsqueda de minerales, son un poco más caras

Radiador ultravioleta de mano para luz UV de onda larga y de onda corta.





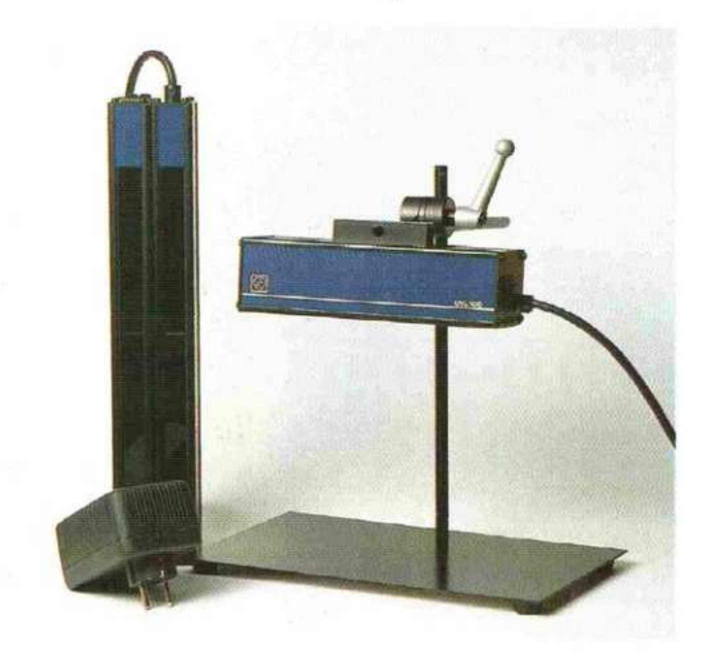
Gamas de longitud de onda de la radiación procedente del sol.

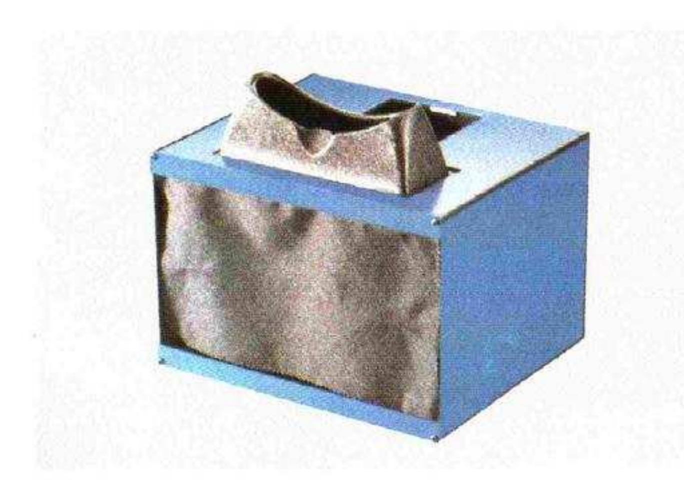
que los aparatos con alimentación de red.
A veces, los «manitas» se construyen sus propias lámparas UV: con un proyector de diapositivas y un filtro UV antepuesto, con una lámpara UV doméstica, con lámparas de luz negra, etc. La radiación UV puede ser perjudicial para la piel y especialmente para los ojos, sobre todo en la gama de onda corta. Por consiguiente, hay que orientar la lámpara de forma que no llegue a los ojos nada de radiación, ni siquiera oblicua.

¡Precaución!
No mirar nunca directamente a la lámpara UV.
¡Imprescindible llevar gafas protectoras de los rayos UV!

Las gafas de sol comunes no bastan para proteger los ojos de la radiación UV. Las personas que trabajen con minerales fluorescentes tienen que llevar unas gafas protectoras de los rayos UV con protección lateral. Además, éstas tienen la ventaja de suprimir el tan frecuente velo azul y cualquier otra fluorescencia de fondo y así intensifican el contraste cromático de los objetos.
Las vitrinas de fluorescencia, frecuentes en las bolsas o exposiciones de minerales, son totalmente inofensivas para los observadores, ya que las paredes de vidrio absorben la luz UV de onda corta.

Equipo de trípode para la sujeción de lámparas UV de mano.



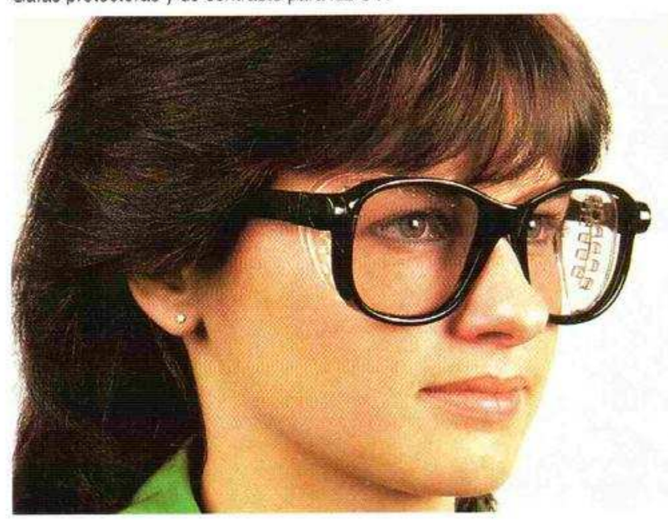


Caja de observación para el estudio de minerales fluorescentes.

La intensificación de la luminosidad

La claridad de la luz diurna apenas permite apreciar la fluorescencia. Cuanto más oscura sea la habitación más impresionante será el efecto fluorescente. Si una habitación no puede estar totalmente oscura, hay que construir una pequeña cámara oscura. Al principio basta con una caja de cartón, con una rendija para mirar y un agujero para la lámpara UV. De esta forma se puede iluminar y observar con comodidad los minerales introducidos en la caja.

Gafas protectoras y de contraste para luz UV.



Todas las lámparas UV se pueden utilizar como foco de radiación para una caja de observación. En el mercado hay diversas lámparas para su fijación en vitrinas y cámaras oscuras, así como cajas de observación de todos los tamaños. Los que sean hábiles en las manualidades pueden ahorrarse mucho dinero si se construyen ellos mismos una caja de observación o una vitrina.
Al disponer los minerales dentro de la caja hay que procurar que exista un buen contraste entre los objetos iluminados y sus vecinos. Los minerales con una fluorescencia menos intensa no deben ser «sobrepasados» por la de otros minerales. Evitar la utilización de materiales reflectantes, como la piedra caliza o el hormigón, como soporte.
La luminosidad y la pureza de los colores fluorescentes están sometidas a fuertes oscilaciones. Los minerales fluorescentes de los yacimientos de cinc y manganeso de Franklin, en el estado de New Jersey/EEUU, presentan los efectos cromáticos más fascinantes. Son el orgullo de todo coleccionista. Dado que estas minas están cerradas desde los años cincuenta y, por lo tanto, no es de esperar ningún nuevo hallazgo digno de mención, los coleccionistas sólo pueden conseguir minerales de Franklin de antiguas colecciones. Como es natural, los precios suben constantemente.

Consideraciones prácticas
Normalmente, la localización de minerales fluorescentes en el campo sólo es posible de noche. Entonces se puede, por ejemplo, examinar extensiones relativamente grandes de escoriales mineros de antiguas explotaciones con lámparas UV. También se puede examinar la fluorescencia de muestras aisladas durante el día si se ponen debajo de un paño negro.
En general, la fluorescencia no es adecuada para la identificación de minerales, ya que muchos de ellos brillan con colores muy variados. Por otra parte, hay variedades del mismo tipo de mineral que no son en absoluto fluorescentes. No obstante, en el caso de los minerales del grupo de la uranita, a veces la fluorescencia es un rasgo distintivo, sobre todo porque con su ayuda se pueden hallar incluso ejemplares de tamaño muy pequeño.
En ocasiones, la fluorescencia es típica de un yacimiento y, por consiguiente, sirve de ayuda para la determinación de la localidad de un ejemplar.
Para el coleccionista, la fluorescencia también tiene una cierta importancia en la identificación de falsificaciones. En los agregados pegados, por ejemplo, a veces el aglutinante es el único que presenta fluorescencia, o brilla de forma diferente al resto de la piedra. En ocasiones, en las bolsas de minerales se utilizan lámparas UV como servicio para el coleccionista para descubrir posibles falsificaciones.

Minerales fluorescentes (selección)

Color de fluorescencia	Violeta	Azul	Verde	Amarillo	Naranja	Rojo/ rosa	Blanco
Anglesita				CL			C
Anhidrita					L	CL	
Antofilita			C			L	L
Apatito			C	L			
Aragonito			CL	CL	CL	CL	CL
Autunita			CL				
Barita		C	CL		CL		CL
Benitoita		C				L	
Blenda de cinc				CL	CL	C	
Brucita			CL				CL
Calcedonia			C	C			
Calcita		C	C	C	C	CL	CL
Celestina	C	CL			L	L	CL
Cerusita				CL		L	C
Cianita						CL	L
Colemanita		CL		CL			CL
Escapolita	L			CL		C	
Esfalerita				CL	CL	L	
Espato de cinc			L	L			L
Espato dolomítico			C	C	C	C	L
Espinela		L				CL	
Espodumena					CL	CL	
Estroncianita		L	C			L	
Flor de cinc		C					CL
Fluorita	CL	CL	CL			C	CL
Halita					C	C	
Hauyna					L	L	
Ópalo		CL	CL				L
Pectolita				C	C	L	
Petalita		L					CL
Piromorfita				L	L		
Rubí				CL	CL	CL	
Scheelita		C		C			C
Smithsonita			L	L			L
Topacio			C	C		L	
Tremolita			C		CL	CL	C
Tugtupita					L	CL	
Willemita			C	C			
Witherita		CL	CL				CL
Wollastonita				CL	C	C	
Yeso espático			C	L	CL	CL	L
Zafiro	C				C		
Zircón				CL	CL		

C: fluorescencia bajo radiación UV de onda corta.
L: fluorescencia bajo radiación UV de onda larga.

Colección de minerales metalíferos

Los minerales metalíferos o menas son mezclas minerales con un contenido metálico rentable. La colección de minerales metalíferos es muy productiva, ya que debido a la explotación de los yacimientos constantemente quedan al descubierto nuevos materiales minerales, a menudo en hermosos agregados cristalinos. Sin embargo, la posibilidad de excavar directamente sobre el terreno sólo se presenta en casos muy extraordinarios. Los propietarios y los trabajadores de las minas tienen total preferencia. Las formaciones hermosas siempre pasan primero por sus manos. En cambio, las personas ajenas a la mina pueden recoger minerales pequeños de los escoriales de las minas.
La selección de minerales metalíferos de la lista de esta página no sólo se basa en la rentabilidad económica de los minerales sino también en la

Minerales metalíferos (selección)

Menas de metales nobles

Menas de plata
Argentita
Clorargirita
Discrasita
Estefanita
Freibergita
Petzita
Pirargirita
Plata nativa
Polibasita
Proustita
Schapbachita
Silvanita

Menas de oro
Oro nativo
Petzita
Silvanita

Menas de platino
Esperrilita
Platino nativo

Menas de hierro y minerales utilizados para refinar el acero

Menas de hierro
Chamosita
Goethita
Hematites
Lepidocroíta
Magnetita
Siderita
Turingita

Menas de manganeso
Hausmanita
Manganita
Pirolusita
Psilomelana
Rodocrosita
Rodonita

Menas de molibdeno
Molibdenita
Powellita
Wulfenita

Menas de níquel
Cloantita
Garnierita
Niquelina
Pentlandita

Menas de wolframio
Scheelita
Stolcita
Wolframita

Menas de cromo
Cromita

Menas de cobalto
Cobaltina
Eritrina
Lineíta
Skutterudita

Menas de titanio
Anatasa
Brookita
Ilmenita
Rutilo
Titanita

Menas de vanadio
Carnotita
Descloizita
Patronita
Vanadinita

Menas de tántalo/niobio
Columbita
Pirocloro

Menas no ferrosas

Menas de cobre
Azurita
Bornita
Calcantita
Calcopirita
Calcosina
Cobre nativo
Covellina
Crisocola
Cuprita
Enargita
Estannina
Malaquita
Tetraedrita

Menas de plomo
Anglesita
Boulangerita
Bournonita
Cerusita
Fosgenita
Galena
Mimetesita
Piromorfita

Menas de estaño
Casiterita
Estannina

Menas de cinc
Blenda de cinc
Cincita
Franklinita
Hemimorfita
Hidrocincita
Smithsonita
Willemita

Menas de bismuto
Bismita
Bismutina
Bismutita
Schapbachita
Bismuto nativo

Menas de mercurio
Calomelano
Cinabrio
Mercurio nativo
Schwazita

Menas de arsénico
Arsénico nativo
Arsenopirita
Gersdorfita
Löllingita
Oropimente
Rejalgar
Saflorita
Tenantita

Menas de antimonio
Antimonio nativo
Antimonita
Berthierita
Boulangerita
Bournonita
Jamesonita
Senarmontita
Tetraedrita
Valentinita

Menas de uranio
Autunita
Branerita
Carnotita
Monacita
Torbernita
Torita
Uraninita
Uranocircita
Uranofana

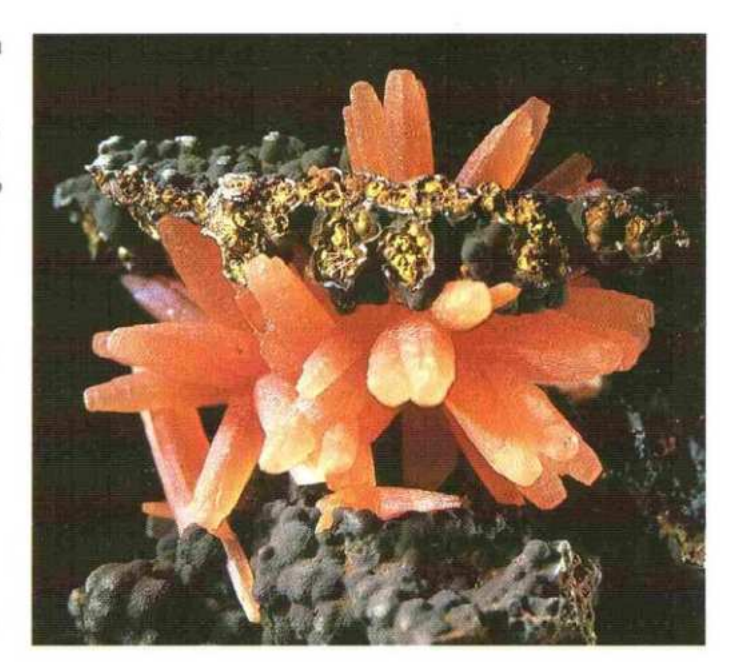
importancia que tienen para el mineralogista aficionado.
En la recogida de minerales que contengan uranio hay que tener muchísimo cuidado debido al peligro de radiación. Para más información, véase las observaciones sobre el tratamiento y el almacenamiento de material radiactivo de la página 179.

Colección de piedras ornamentales y preciosas

No existe ninguna definición clara para lo que denominamos generalmente piedra preciosa.
La mayoría de piedras preciosas son minerales. Pero también llamamos piedras preciosas a sustancias no minerales como el ámbar (una resina petrificada), las perlas (un producto de un molusco) y el azabache (un carbón bituminoso), además de muchas reproducciones.
Todas las piedras preciosas tienen algo en común: la singularidad, la belleza. Sin embargo, dado que no hay ninguna norma fija para estos conceptos, la imagen de la piedra preciosa también se ve influenciada por la opinión individual.
Sobre todo el color, pero también la dureza y los efectos ópticos, además de una cierta rareza configuran la singularidad de una piedra preciosa.

Los joyeros denominan a las piedras de poco valor piedras ornamentales o semipreciosas. En círculos científicos, se rechaza el término de piedra semipreciosa, ya que o bien es preciosa o bien no lo es. En realidad, no puede haber piedras semipreciosas.
La colección de piedras preciosas no está reservada a los millonarios. Todo el mundo puede tener alguna. Nosotros coleccionamos piedras preciosas desde el punto de vista de un amante de los minerales y no desde el de un joyero.

Piedras preciosas en bruto
Para un amante de las piedras preciosas, la colección de piedras preciosas en bruto, es decir, sin tallar, puede resultar sumamente estimulante. Para ello no son necesarias las especies más finas ni calidades perfectas. Basta con ejemplares de prueba en los que se puedan reconocer y estudiar las características típicas de las piedras preciosas.
Los especialistas se concentran en algunas determinadas. Las ágatas, por ejemplo, son un objeto de colección apreciado por sus fascinantes bandas de colores.
En la turmalina, la piedra preciosa con mayor colorido de todas, se observa toda la gama del espectro cromático. A veces, incluso un solo cristal presenta diversos colores y tonalidades.
Los amantes de las piedras preciosas pueden buscar y encontrar muchas en la naturaleza. Sin embargo, hay que



Agregado de rodocrosita radial; Herdorf/Sieg, Alemania. Cuatro veces su tamaño natural.

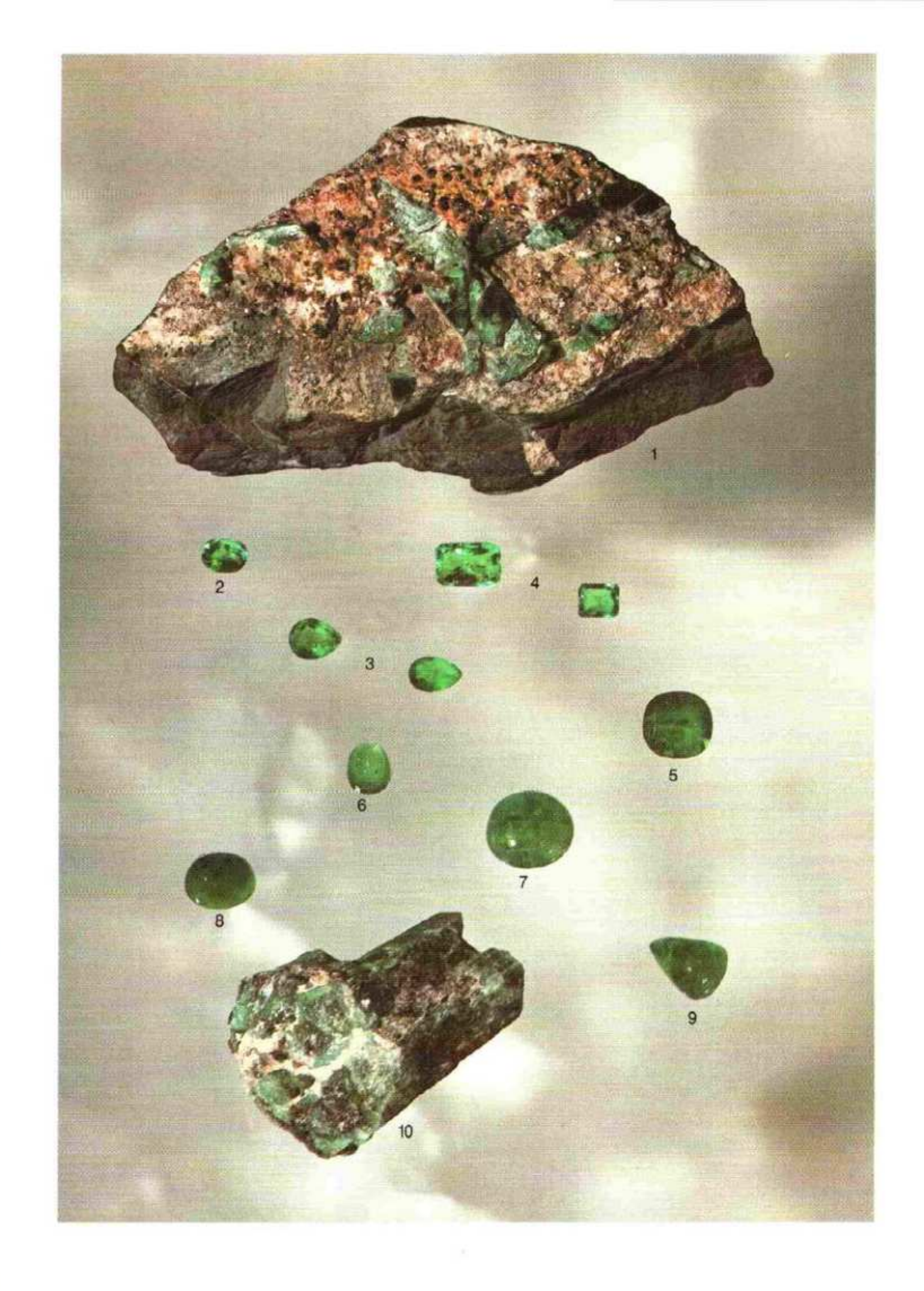
comprar o cambiar las piedras preciosas en bruto poco frecuentes, como ocurre también en otras colecciones de minerales. Dependiendo de su precio, los ejemplares pueden ser más o menos grandes, presentar unas formas cristalográficas bien desarrolladas o fracciones y tener una calidad mejor o peor.
Una colección de piedras preciosas en bruto con ejemplares de aproximadamente 1 cm ya es importante. En el caso del diamante, basta con piezas de 3 mm. Éstas presentan todo lo esencial y no son demasiado caras.
Las joyerías no venden piedras preciosas en bruto. Éstas se adquieren en bolsas o en tiendas de minerales. Los círculos de coleccionistas ofrecen buenas posibilidades de intercambio.
A veces, se pueden obtener piedras preciosas en bruto a un precio razonable comprando rocas madres con cristales incrustados y extrayéndolos en casa. Los trozos de piedras preciosas sobrantes normalmente sirven de material de trueque.

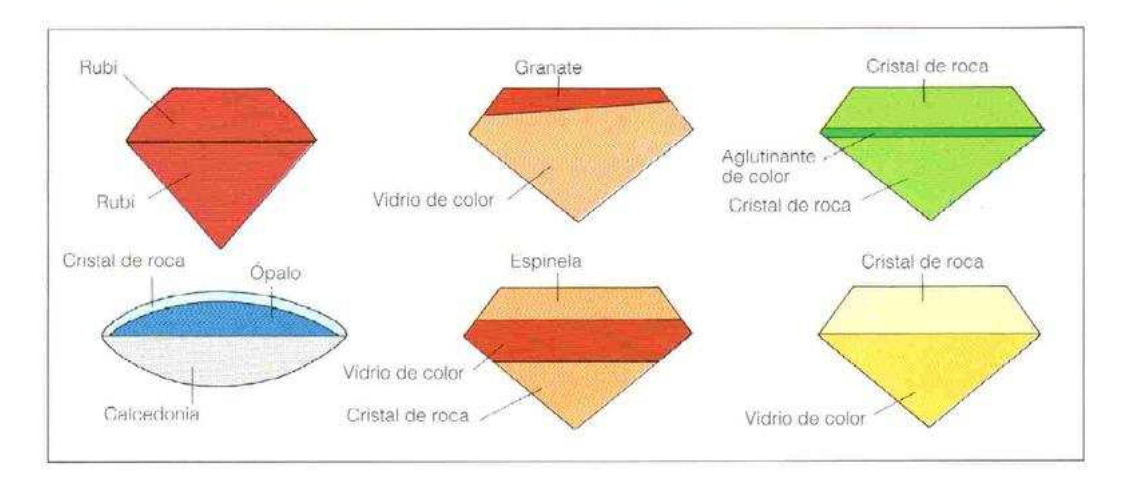
Piedras preciosas talladas
La talla provoca una fuerte revalorización de las piedras preciosas, ya que estimula muchos efectos ópticos como el brillo y los efectos luminosos.
Naturalmente, el coleccionar piedras preciosas talladas resulta más caro que el adquirir las piedras en bruto. Al principio basta con piedras pequeñas. Con un tamaño de 5 mm de diámetro ya se aprecia toda la belleza de las características nobles. Estas piedras están al alcance de todos los bolsillos si no se busca la mejor calidad.
Hay tiendas y establecimientos de talla de piedras preciosas que pueden suministrar mercancías ventajosas a los coleccionistas de piedras preciosas. En el caso de los talladores aficionados, las compras pueden ser incluso más baratas.
Muchos coleccionistas se tallan ellos mismos las piedras preciosas en bruto. Véase la página 176 para informarse sobre esta posibilidad y sobre el equipo técnico.
El comercio internacional de las piedras preciosas más valiosas se realiza en la unidad de peso quilate (ct). Un quilate equivale a 0,2 g (= $^1/_5$ g). Las mercancías en masa y las piedras preciosas menos valiosas se venden por gramos o kilogramos.

Reproducción de piedras preciosas
Mucha gente no puede permitirse las piedras preciosas por motivos económicos pero desea utilizar los efectos brillantes de éstas con fines ornamentales. Así pues, existen y han existido desde siempre diversas reproducciones para este tipo de público.
En las reproducciones cabe distinguir entre las piedras realizadas con materiales extraños (llamadas imitaciones), las piedras ensambladas (dobletes) y las piedras preciosas fabricadas artificialmente (gemas sintéticas).
Imitaciones Para la imitación de piedras preciosas se emplea, sobre todo, vidrio y esmalte, porcelana, resinas sintéticas y materiales plásticos.
Con frecuencia, el color se imita muy bien. En cambio, en lo que respecta a las características físicas, las imitaciones se diferencian considerablemente de las piedras preciosas auténticas. Generalmente, ello permite reconocer las imitaciones, en la mayoría de los casos por la distinta dureza y densidad.
Mientras las imitaciones sean nombradas con honradez, no hay nada de malo en ellas. Pero si suplantan a piedras preciosas, es decir, si se ofrecen como auténticas, se trata de un verdadero fraude.
Las imitaciones son un elemento insustituible de la bisutería de moda.

Piedras preciosas ensambladas
En esta categoría se incluyen los dobletes, formados por dos partes, y los tripletes, compuestos por tres partes. Las partes superior e/o inferior pueden consistir en piedras preciosas auténticas unidas con algún aglutinante, pero también en vidrio coloreado. Si sobre el doblete hay una fina capa protectora de gema auténtica, se habla de triplete.
Los dobletes y los tripletes simulan una piedra preciosa de gran valor.
Las piedras ensambladas concienzudamente son difíciles de reconocer, sobre todo si están

Esmeralda incrustada en la roca madre (1), como fracción cristalina (10) y tallada como piedra preciosa (2-9).


1
2
4
3
5
6
7
8
9
10



Una selección de la posible composición de los dobletes y los tripletes.

engarzadas en una joya y las costuras se encuentran en el engaste.
A veces, los puntos de adhesión se pueden ver con una lupa o bajo el microscopio. En ocasiones también resulta útil un disolvente de adhesivos (como por ejemplo acetona o alcohol) para la identificación. En algunos casos, la capa de masilla se puede arrancar mediante radiación UV (véase también página 78).

Gemas sintéticas Hoy en día, todas las piedras preciosas se pueden fabricar sintéticamente, es decir, artificialmente. Estas gemas sintéticas son exactas a las piedras preciosas naturales, es decir, tienen la misma estructura cristalina, la misma composición química e incluso las mismas características físicas.
Desde 1953, hay piedras preciosas sintéticas que no tienen ninguna equivalencia en la naturaleza. Éstas presentan unos efectos ópticos extraordinarios y sirven, sobre todo, de sustitutas de los diamantes.
La mayoría de gemas sintéticas son más baratas que las piedras preciosas naturales. Por eso se utilizan en lugar de piedras preciosas auténticas caras, a veces con mala intención.
Las piedras preciosas de fabricación sintética no se consideran imitaciones, sino que constituyen un grupo autónomo junto a las piedras preciosas naturales. Sin embargo en el mercado hay que indicar siempre que son sintéticas.
Los profanos apenas pueden distinguir las gemas sintéticas de las piedras preciosas naturales. Incluso los expertos tienen dificultades de vez en cuando. A veces, unos costosos aparatos esclarecen si las gemas son auténticas o sintéticas.

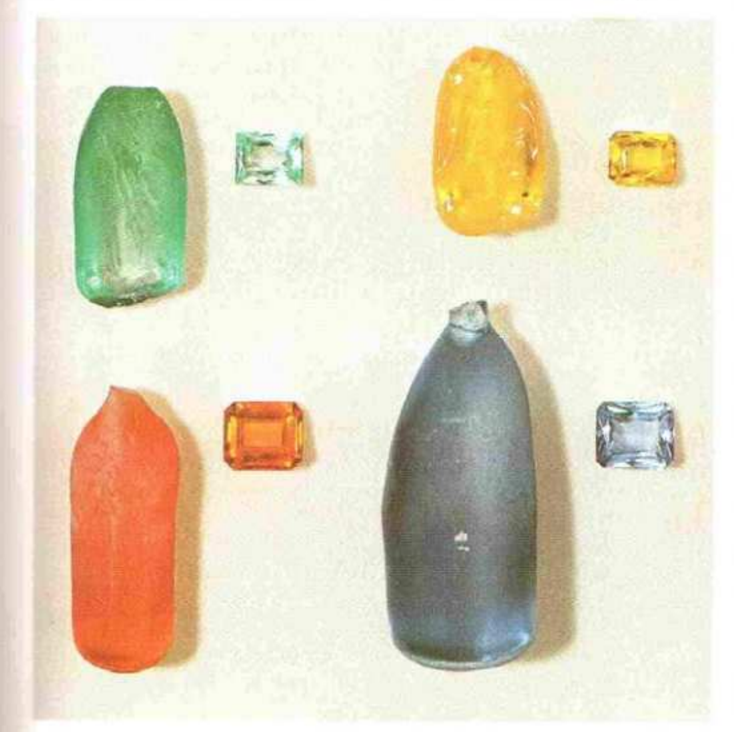
Realces Dado que la mayoría de gemas son muy apreciadas por su color, hay métodos para mejorar colores mediocres o modificarlos. Los colores de los minerales se pueden mejorar conforme a la naturaleza mediante calentamiento (calcinación), irradiación radiográfica o radiactiva y, recientemente, mediante bombardeo con partículas elementales.
En las piedras preciosas porosas (como el lapislázuli, la turquesa, las perlas y el ágata), el embellecimiento se puede conseguir por tinción y por adición de material de relleno.
En algunos países europeos, los establecimientos comerciales tienen que señalar todas las alteraciones cromáticas artificiales (a excepción de las piedras calcinadas y las ágatas teñidas).

Falsificaciones de piedras preciosas

En el comercio de piedras preciosas existe la tentación de

introducir falsificaciones conscientemente en el mercado. Ya hemos hablado de los dobletes y los tripletes así como de las gemas sintéticas que sustituyen a piedras preciosas auténticas y naturales.
Las artimañas de los estafadores cada vez son más refinadas. Hace algún tiempo, se ofrecían piedras talladas como esmeraldas cuyo efecto cromático era debido a que el interior de la piedra había sido rellenado con una masa cristalina de color después de ser vaciado. A pesar de que la fina envoltura exterior de la piedra estaba formada por material de mala calidad, el aspecto general era excelente y muy difícil de distinguir de una esmeralda auténtica.
Las costuras y las superficies de delimitación de las piedras manipuladas se forran de distintas formas. Éstas se cubren con frecuencia con una mezcla de polvo mineral y resinas sintéticas y, de este modo, simulan bastante perfectamente un punto de crecimiento natural.
Como prevención justificada ante las falsificaciones, no hay que

Piezas fundidas y piedras preciosas sintéticas talladas de ellas. Aproximadamente tamaño natural.



Piedras preciosas conocidas (selección)

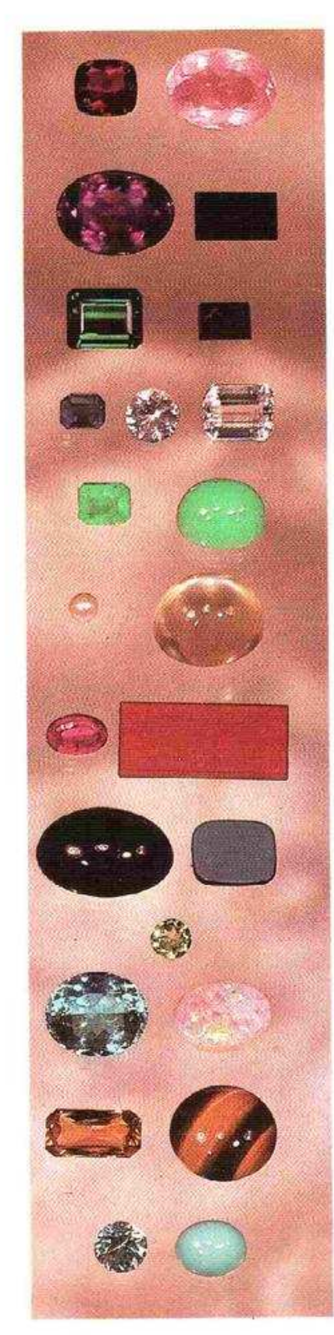
Ágata	Granate
Aguamarina	Jade
Alejandrita	Jaspe
Almandino	Kunzita
Amatista	Lapislázuli
Amazonita	Malaquita
Ámbar	Ojo de tigre
Aventurina	Ónice
Berilo	Ópalo
Calcedonia	Peridoto
Carneola	Perla
Citrino	Piedra de luna
Coral	Piropo
Crisoberilo	Rodocrosita
Crisoprasa	Rubí
Cristal de roca	Tanzanita
Cuarzo ahumado	Topacio
Cuarzo rosado	Turmalina
Diamante	Turquesa
Esmeralda	Zafiro
Espinela	Zircón

Piedras preciosas menos conocidas (selección)

Azabache	Labradorita
Azurita	Moldavita
Brasilianita	Morganita
Caroíta	Nefrita
Crisocola	Ojo de halcón
Demantoide	Pirita
Diópsido	Prasiolita
Dioptasa	Rodonita
Fluorita	Rubelita
Grosularia	Sardónica
Heliodoro	Sardónice
Hematites	Smithsonita
Hessonita	Sodalita
Hiddenita	Tulita
Jacinto	Uvarovita
Jaspe sanguino	Verdelita

Piedras preciosas sintéticas (selección)

Djevalita	Titania
Fabulita	YAG
Galianto	Zirconia
Linobat	



Las piedras de los meses

Enero
granate/cuarzo rosado

Febrero
amatista/ónice

Marzo
turmalina/jaspe sanguino

Abril
zafiro/diamante/cristal de roca

Mayo
esmeralda/crisoprasa

Junio
perla/piedra de luna

Julio
rubí/carneola

Agosto
ónice/sardónice

Septiembre
peridoto

Octubre
aguamarina/ópalo

Noviembre
topacio/ojo de tigre

Diciembre
zircón/turquesa

comprar piedras preciosas ni joyas en las esquinas ni en el lugar de vacaciones. Hay que adquirir las gemas valiosas exclusivamente de comerciantes serios y pedir siempre una comprobación de la autenticidad.
La prueba de autenticidad de una piedra preciosa tallada es bastante más difícil que en otros minerales, ya que las piedras talladas no pueden ser dañadas. Para más información véase el capítulo «Identificación de los minerales» en la página 94.

Nombres comerciales de las piedras preciosas

Para parecer piedras preciosas de alta calidad, en el comercio de gemas se suelen utilizar nombres de aire extranjero. También se emplean muchas designaciones que inducen a error. En la tabla de la página de la derecha se muestran algunos ejemplos.

Determinadas piedras preciosas se han utilizado desde siempre como piedras simbólicas, especialmente como piedras de la suerte, porque existe la creencia de que tienen poderes sobrenaturales. Por este motivo hay piedras del zodíaco, de nacimiento, de los meses y otras.
A lo largo de la historia, la clasificación de las piedras preciosas ha cambiado en repetidas ocasiones según la época y los astros. Actualmente la serie de piedras preciosas simbólicas se establece de forma arbitraria y a menudo disponen de nombres dobles o triples.

Nombre comercial	Nombre correcto del mineral
Aguamarina sintética	Espinela sintética del color de la aguamarina
Crisolita de Bohemia	Moldavita
Diamante de Alaska	Cristal de roca
Diamante falso	Imitación en vidrio incolora
Diamante matura	Zircón incoloro y calcinado
Esmeralda de los Urales	Demantoide
Jade de la India	Aventurina
Jade de Transvaal	Grosularia verde
Lapis alemán	Jaspe coloreado de azul
Rubí de Arizona	Piropo
Topacio ahumado	Cuarzo ahumado
Topacio oro	Amatista de color dorado y calcinada

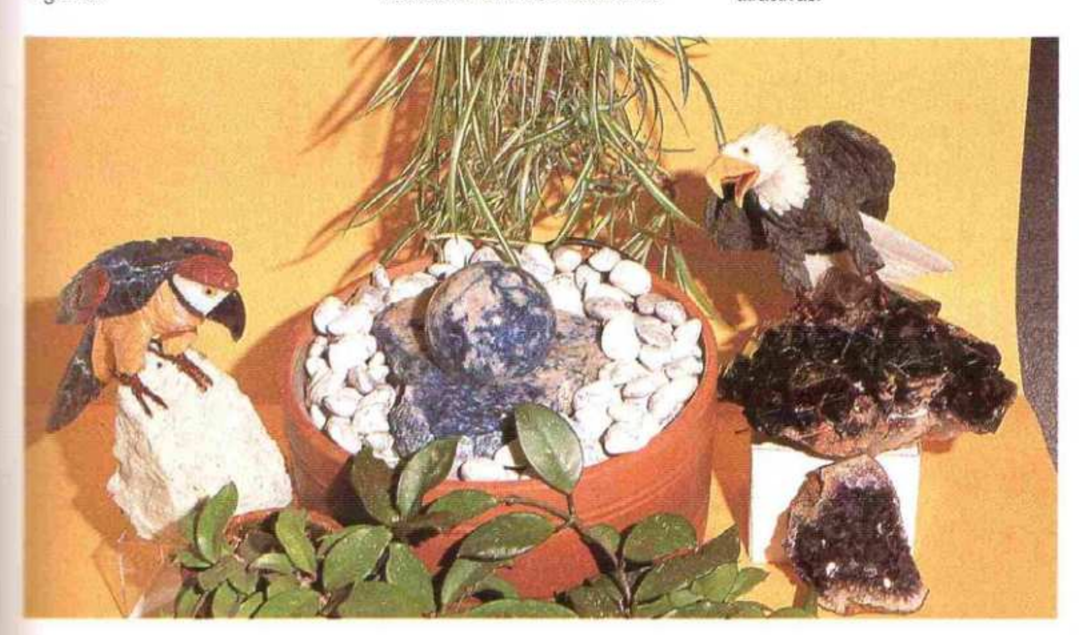
Colección regional

El que tenga algún vínculo con una determinada zona, como su lugar de residencia, un país de vacaciones o cualquier otra región, puede recoger minerales allí y formar una colección regional.

En algunos parajes, en un espacio reducido se encuentran los minerales más diversos. Los lugares en que anteriormente se practicó la minería están especialmente indicados. Las antiguas escombreras y los muchos lugares con estratos rocosos al aire libre facilitan la búsqueda. Naturalmente, en los escoriales no se encuentran grandes piezas mineralógicas, y, de todos modos, la mayoría de los coleccionistas se conforma con ejemplares más pequeños, debido en parte a la necesidad de espacio.

Cuanto más grande es la región de recogida, tanto más fácil resulta, en general, encontrar minerales, ya que hay más yacimientos que en un área reducida.

Los mineralogistas aficionados con práctica pueden encontrar yacimientos explorando por ellos mismos (véase también



Algunas piedras preciosas también se utilizan como objeto decorativo y para esculturas. Las representaciones de animales compuestas de diversas piedras preciosas son especialmente atractivas.

página 60). Otros prefieren informarse de antemano de dónde se puede encontrar minerales. En muchos libros, se describen con mayor o menor detalle yacimientos de minerales. En las librerías, las tiendas de minerales o los círculos de coleccionistas se puede conseguir información sobre estos libros.

¡Al excavar, tener en cuenta las normas y las prohibiciones!

Las revistas mineralógicas publican periódicamente los nuevos descubrimientos y hallazgos de minerales raros así como listas de yacimientos de países y regiones.
Las revistas especializadas siempre reflejan una situación más actual de la búsqueda de minerales que los libros, ya que aparecen a intervalos breves, a veces mensuales, y ofrecen artículos y anuncios relativamente cortos. Los libros necesitan meses o años para sus extensas explicaciones y su elaboración.
En las páginas 184-186 de este libro encontrará una amplia bibliografía. De las numerosas guías de yacimientos sólo se pudo tener en cuenta unas pocas obras suprarregionales.
Los investigadores y los museos locales así como otros coleccionistas de la región pueden ser una fuente de información sobre antiguas minas y otros temas.

Plano de los yacimientos

Para poder echar un vistazo a los yacimientos de una región con su relación de minerales, es recomendable realizar un plano general, como aparece en la página opuesta a modo de ejemplo para la provincia de Jaén.

Con un plano de este tipo se pueden recorrer los yacimientos de forma sistemática y llevar a cabo una recogida selectiva. Al mismo tiempo, la lista de minerales presentes en los yacimientos sirve como una especie de catálogo, que también resulta útil al comprar o intercambiar.

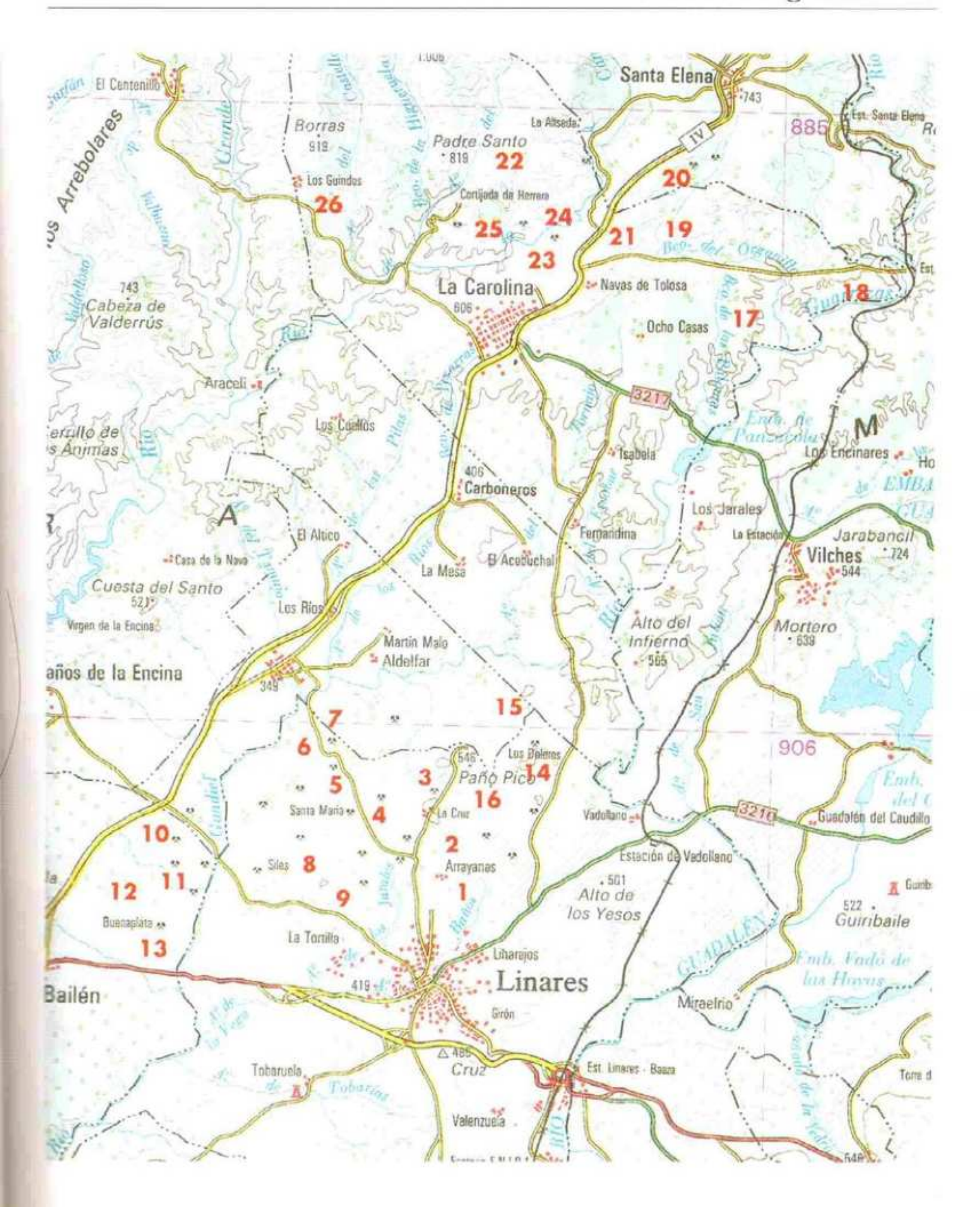
El distrito minero de Linares-La Carolina es uno de los más representativos de la Península Ibérica, tanto por la riqueza de sus filones, como por la variedad mineralógica que encerraban los mismos.
Son realmente famosos algunos de los filones explotados en esta zona. Así, el *filón de los Guindos* sobrepasa los 10 km de longitud y 1 km de profundidad (ha sido explotado hasta los 0,7 km). El *filón Arrayanes*, por su parte, alcanza los 6 km de corrida; lo mismo que el *filón Sinapismo*, que han sido explotados hasta una profundidad superior a los 0,6 km.
Por lo que concierne a la mineralogía de estos filones, cabe decir que el mineral más abundante en todos los casos es la **galena** (de la que se beneficiaban tanto el plomo como la plata, ya que se trataba de menas argentíferas). Junto a ella se hallaba la **esfalerita**, la **pirita** y la **calcopirita**, así como innumerables minerales de alteración, como la **linarita** (un sulfato básico de plomo y de cobre).
Se conocen explotaciones mineras, prácticamente ininterrumpidas, desde la época romana hasta casi la actualidad. En efecto, a mediados de los años ochenta cesó en sus actividades la última de las explotaciones, la Mina de la Cruz, que se hallaba situada en las cercanías de Linares.
Como consecuencia de esta larga actividad minera, quedan muchísimos vestigios repartidos por toda la zona. Así se conocen más de 1.400 minas, con cerca de 70 km de pozos y contrapozos verticales, y con más de 750 km de galerías. No en vano, esta zona constituyó durante más de 50 años (durante el pasado siglo), el centro mundial más importante productor de plomo.
Procedencia: Mapa de la provincia de Jaén a escala inicial de 1:200 000. Reproducido con permiso del *Instituto Geográfico Nacional - Centro Nacional de Información Geográfica.*

Relación de las explotaciones más representativas de la zona minera de Linares:

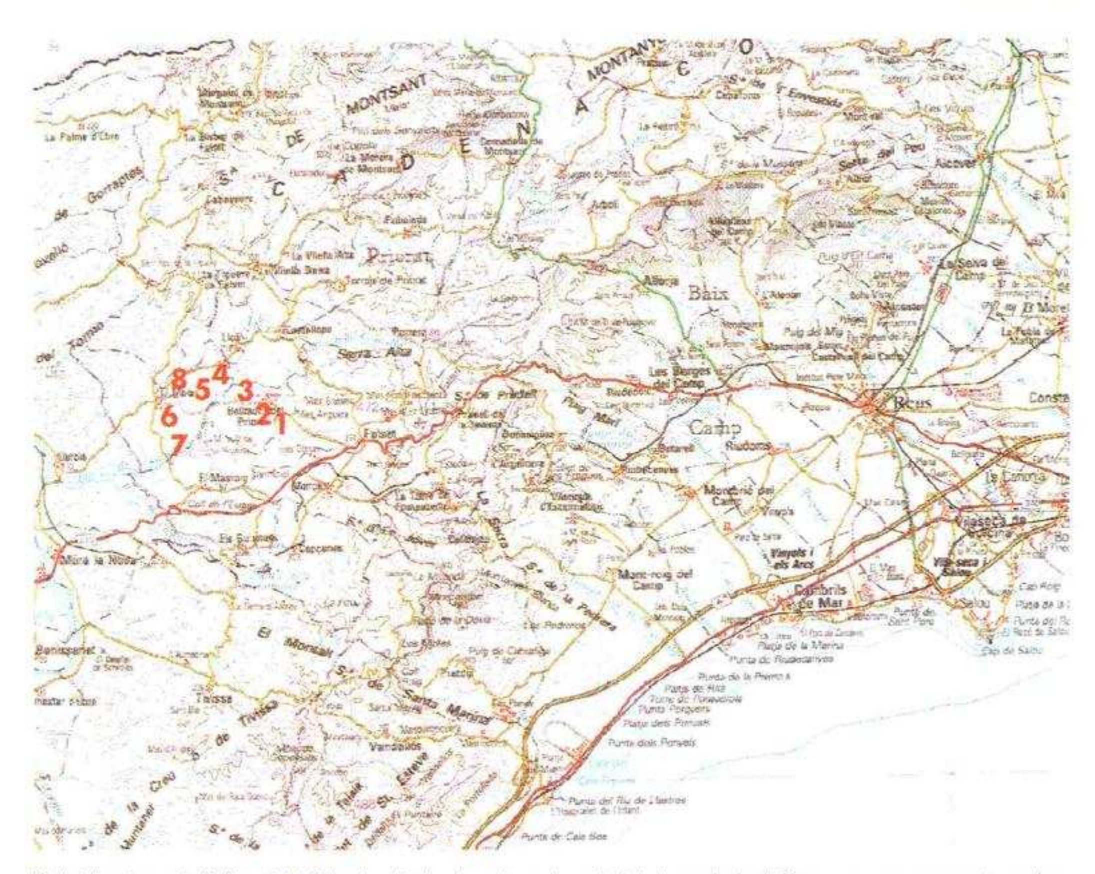
1. Mina de San Vicente (Linares)
2. Coto minero de Arrayanes (Linares)
3. Coto minero de la Cruz (Linares)
4. Mina de San Roque (Linares)
5. Mina de Santa María (Linares)
6. Mina de San Pablo (Linares)
7. Mina de Santa Margarita (Linares)
8. Mina de la Esperanza (Linares)
9. Mina de los Salidos (Linares)
10. Mina de Matacabras (Bailén)
11. Mina de los Alemanes (Bailén)
12. Mina del Cobre (Bailén)
13. Mina de la Buena Plata (Bailén)
14. Mina de los Dolores (Linares)
15. Mina de San Andrés (Linares)
16. Mina de la Mejicana (Linares)

Relación de las explotaciones más representativas de la zona minera de La Carolina:

17. Mina del Carmen (La Carolina)
18. Mina del Porvenir (La Carolina)
19. Mina de San Fernando (La Carolina)
20. Mina de San Gabriel (Santa Elena)
21. Mina de la Trinidad (La Carolina)
22. Mina del Melocotón (La Carolina)
23. Mina del Castillo (La Carolina)
24. Mina de la Makrina (La Carolina)
25. Mina del Sinapismo (La Carolina)
26. Mina de los Guindos (La Carolina)



El Centenillo
Arrebolares
Borras
919
Padre Santo
819
La Aliseda
Santa Elena
743
Est. Santa Elena
885
IV
Los Guindos
Cortijada de Herrera
La Carolina
606
Navas de Tolosa
Ocho Casas
743
Cabeza de Valderrús
Araceli
Los Cuellos
Isabela
3217
Los Encinares
406
Carboneros
Los Jarales
La Estación
Fernandina
El Altico
Casa de la Nava
La Mesa
El Acebuchal
Vilches
544
724
Jarabancil
Cuesta del Santo
521
Los Ríos
Virgen de la Encina
Alto del Infierno
565
Mortero
639
Martín Malo
Aldelfar
349
Paño Pico
546
Los Poleros
906
Santa María
La Cruz
Vadollano
3210
Guadalén del Caudillo
Estación de Vadollano
Arrayanes
Siles
501
Alto de los Yesos
522
Guiribaile
Buenaplata
La Tortilla
Linarejos
Linares
419
Bailén
Mirafelrio
Girón
485
Cruz
Tobaruela
Est. Linares - Baeza
Valenzuela
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26



El distrito minero de Bellmunt del Priorat está situado en la parte central de la provincia de Tarragona, que se reparte por los términos municipales de Falset, Bellmunt del Priorat y del Molar. La totalidad del distrito se ubica en la comarca del Priorat, que tiene su centro en Falset, precisamente.

Ha sido, posiblemente, el distrito minero más importante de Cataluña. Se ha mantenido, con interrupciones, en explotación desde la época romana hasta hace apenas tres décadas.

En las numerosas labores mineras de la zona, se explotaban varios filones, de los que se extraía sobre todo la **galena** y la **esfalerita**. De la primera se beneficiaban el plomo y la plata, mientras que de la segunda, se beneficiaba el cinc.

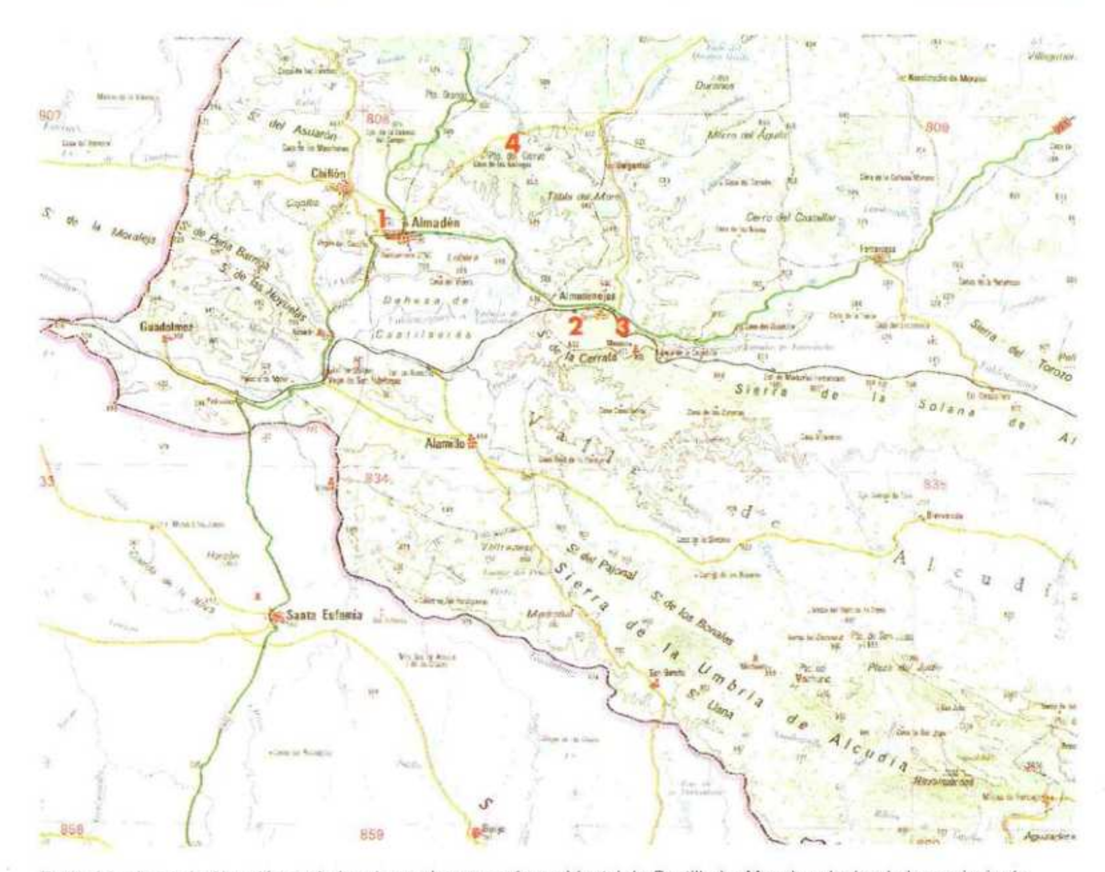
En la actualidad quedan numerosos vestigios de una época de esplendor, como los correspondientes a la MIna Regia o a la Mina Eugenia, ambas muy cercanas a la población de Bellmunt del Priorat. Y de sus numerosas escombreras, pueden extraerse buenos ejemplares de los minerales antes citados, así como de **anquerita, dolomita, siderita...**

Procedencia: Mapa de la provincia de Tarragona a escala inicial de 1:200 000.

Reproducido con permiso del *Instituto Geográfico Nacional - Centro Nacional de Información Geográfica.*

Relación de las explotaciones más representativas del distrito minero de Bellmunt del Priorat:

1. Mina Renalia, de Pb-Zn (Bellmunt del Priorat)
2. Mina Eugenia, de Pb-Zn (Bellmunt del Priorat)
3. Mina Regia, de Pb-Zn (Bellmunt del Priorat)
4. Mina Mineralogía, de Pb-Zn (El Molar)
5. Mina Jolapa, de Pb-Zn (El Molar)
6. Mina Francisca, de Pb-Zn (El Molar)
7. Mina Serrana, de Pb-Zn (El Molar)
8. Mina Linda Mariquita, de Pb-Zn (El Molar)



El distrito minero de Almadén está situado en el sector más occidental de Castilla-La Mancha, dentro de la provincia de Ciudad Real, extendiéndose principalmente por los actuales municipios de Almadén y de Almadenejos.

Se trata, sin duda alguna, del yacimiento más conocido de la Península Ibérica, desde la antigüedad, puesto que su explotación ininterrumpida hasta la actualidad se remonta a más de dos milenios.

Por otra parte, ha sido y es aún el yacimiento de mercurio más importante del mundo. Durante los años en que España dominaba el Nuevo Mundo, se llevaban hacia él grandes cantidades de mercurio, destinadas a amalgamar el oro y la plata que se extraían en esa zona.

De la importancia que tuvo en la antigüedad, suficientemente conocida por los romanos, y luego por los árabes, basta con decir que el topónimo «almadén» significa «la mina», y procede del árabe «al-mahden».

En la actualidad se explotan dos minas: una situada en el término de Almadén, la «Mina de las Cuevas», subterránea; y la otra en la de Almadenejos, la «Corta del Entredicho», a cielo abierto. Por otra parte, es muy posible que vuelva a explotarse la «Mina Vieja», situada junto a Almadén, la mina más emblemática de todas.

De todas ellas se extrae el **cinabrio**, del que luego se beneficia el mercurio, que a veces también aparece libre entre las grietas del yacimiento.

Procedencia: Mapa de la provincia de Ciudad Real a escala inicial de 1:200 000.
Reproducido con permiso del *Instituto Geográfico Nacional - Centro Nacional de Información Geográfica.*

Relación de las explotaciones más representativas del distrito minero de Almadén:

1. Mina Vieja (Almadén)
2. Mina Profunda (Almadenejos)
3. Corta del Entredicho (Almadenejos)
4. Mina de las Cuevas (Almadén)

Colección local

Para aquellos mineralogistas aficionados que quieran limitar localmente su colección, es recomendable una colección local. En este caso, se lleva a cabo una recogida selectiva en un entorno reducido. De hecho, en ciertos lugares hay un gran número de distintos minerales en un pequeño espacio.
Puede tratarse de una cantera, de un macizo o de una sección de un valle, o de un yacimiento con explotación de minerales aprovechables.
En un yacimiento productivo cabe esperar como máximo unos 300 tipos diferentes de minerales. Esto no parece demasiado. Sin embargo, es prácticamente imposible que un coleccionista complete una colección local de este tipo, ya que hay pocos ejemplares de los minerales raros. A pesar de todo, la actividad del coleccionista nunca cesa. Las piezas menos bonitas son reemplazadas por otras mejores continuamente, ya que la estructura y la formación de los agregados minerales son ilimitadas. Los yacimientos metalíferos ofrecen unas condiciones previas para la creación de una colección local ideales, ya que en ellos aparecen constantemente trozos de roca grandes con estratos cambiantes. Antes, las personas que vivían cerca de una mina podían adquirir a buen precio nuevos hallazgos de manos de los trabajadores o, cuando se les presentaba la ocasión, excavar por cuenta propia. Actualmente, el paso a las minas está generalmente prohibido a las personas ajenas a las mismas. Asimismo, en muchas minas los trabajadores tienen prohibido recoger minerales, porque la producción metalífera se ve afectada por la actividad accesoria de extracción de minerales. Naturalmente, todavía llegan a manos de los compradores hermosos minerales de estas reservas mineras, pero los precios son astronómicos. La oferta no puede cubrir la demanda, y el riesgo del comercio prohibido tiene que ser compensado.
La recogida está prohibida incluso en las escombreras de algunas minas debido al peligro para las personas, a la destrucción de las instalaciones o por motivos de un menoscabo de la extracción de minerales metalíferos.

Yacimientos conocidos
con número de tipos de minerales

Franklin New Jersey/EEUU	aprox. 300
Mina Clara Selva Negra/Alemania	290
Långban Suecia	270
Mont St. Hilaire Quebec/Canadá	260
Tsumeb Namibia	220
Broken Hill Nueva Gales del Sur/Australia	200
St. Andreasberg Montes Harz/Alemania	180
Hüttenberg Kärnten/Austria	180
Kremnica República de Eslovaquia	110
Ivigtut Groenlandia	90

Yacimientos famosos
Muchos yacimientos han suministrado innumerables agregados minerales hermosos durante su explotación. Por ello, algunas de estas minas son famosas entre los coleccionistas. La mayoría de antiguas explotaciones hace tiempo que están desmanteladas y cerradas, con las galerías y las paredes sepultadas o sumergidas bajo los torrentes. Apenas se extraen nuevos minerales. Los agregados minerales puestos a salvo hace tiempo se encuentran en buenas manos y sólo aparecen en el mercado esporádicamente. Su valor no deja de aumentar.
La fama de muchos yacimientos no se debe al número o a la variedad de minerales identificados en ellos sino, a menudo, al tipo de las formaciones minerales.
Los agregados de plata de Kongsberg, en el sur de Noruega, por ejemplo, han adquirido fama mundial, aunque sólo son una parte de los hermosos minerales que esta mina produjo antaño. Asimismo, la importancia de los antiguos yacimientos metalíferos de Franklin, en EEUU, para el coleccionista no reside en que, probablemente, se trate de la mina que representa la mayoría de tipos de minerales, sino en que en ella se han conseguido los minerales fluorescentes con los efectos cromáticos más fascinantes.
Tsumeb La mina de plomo, cobre y cinc de Tsumeb, en Namibia, es un ejemplo claro de lo difícil que es crear o completar una colección local de una mina activa.

Yacimientos famosos

Europa
Binntal, Wallis/Suiza
Bleiberg, Kärnten/Austria
Boliden, Suecia
Egremont, Inglaterra
Elba, Italia
Freiberg, Sajonia/Alemania
Hagendorf, Baviera/Alemania
Hüttenberg, Kärnten/Austria
Kongsberg, Noruega
Långban, Suecia
Laurium, Grecia
Le Bourg-d'Oisans, Francia
Murzinka, Urales/Rusia
Outukumpu, Finlandia
Príbram, República Checa
St. Andreasberg, Baja Sajonia/Alemania
Trepča, Serbia

América
Asbestos, Quebec/Canadá
Bisbee, Arizona/EEUU
Boron, California/EEUU
Butte, Montana/EEUU
Chihuahua, México
Cripple Creek, Colorado/EEUU
Franklin, New Jersey/EEUU
Ivigtut, Groenlandia
Lavra da Ilha, Brasil
Llallagua, Bolivia
Mont St. Hilaire, Quebec/Canadá

África
Antsirabé, Madagascar
Arusha, Tanzania
Bou Azzer, Marruecos
Broken Hill, Zambia
Tsumeb, Namibia

Asia
Ichinokawa, Japón
Jurm, Afganistán
Mogok, Birmania
Poona, India

Australia
Broken Hill, Nueva Gales del Sur
Coober Pedy, Australia del Sur
Dundas, Tasmania
Lightning Ridge, Nueva Gales del Sur

Este yacimiento contiene más de 220 tipos de minerales. Muy pocos criaderos metalíferos del mundo presentan un número tan elevado de distintos minerales. En Tsumeb se recogieron muchos ejemplares de lujo con formaciones cristalinas espectaculares. La mina de Tsumeb figura entre los yacimientos más productivos en minerales hermosos y grandes.
La venta de minerales y agregados cristalinos ha constituido una fuente adicional de ingresos muy lucrativa para los trabajadores de las minas. Comerciantes y coleccionistas de todo el mundo se daban, y siguen dándose, cita en Tsumeb.
Sin embargo, desde hace años, la recogida individual de minerales está prohibida bajo amenaza de despido, ya que el comercio privado perjudicaba cada vez con mayor persistencia la producción. Por desgracia, desde entonces muchos minerales y criaderos son destruidos debido a la explotación mineral radical. Esporádicamente, la empresa minera subasta algunas partidas de hermosos minerales. No obstante, en general la demanda es mayor que la oferta. Los precios son muy altos. El precio de los minerales de Tsumeb seguirá aumentando, ya que la explotación metalífera (y, por consiguiente, la obtención de minerales de contrabando) tuvo que ser interrumpida temporalmente en 1993 como consecuencia de un accidente en la mina. No se sabe si se volverá a restablecer la producción, sobre todo porque el desmantelamiento de la mina estaba previsto de todas formas a corto plazo.

Colección de microagregados

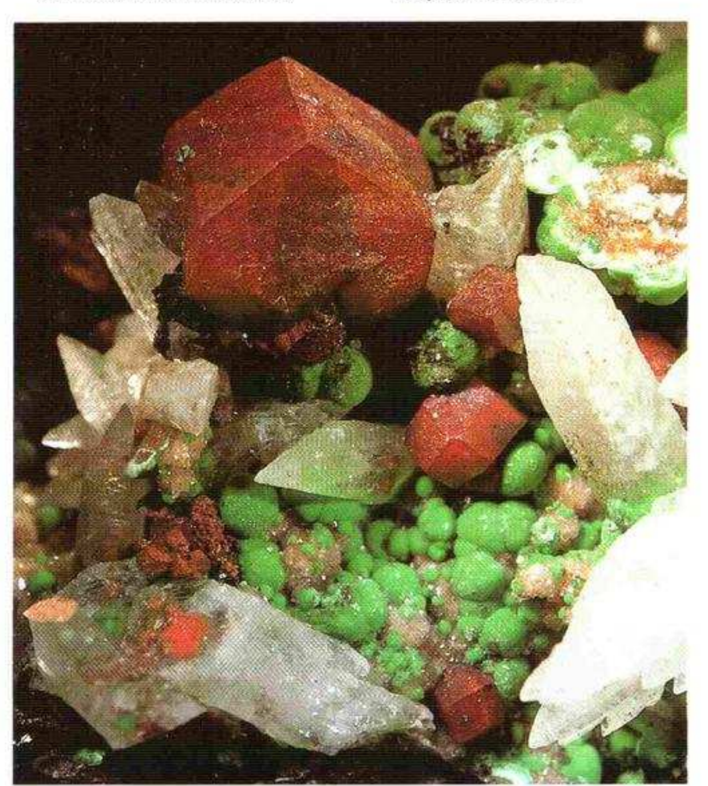
En los años cincuenta se inició en Europa una nueva era para los amantes de los minerales, a saber, la colección de microagregados de hasta unos 15 × 15 mm.
A nivel internacional se ha impuesto el nombre de micromounts (pronunciado maicromounts) para estos microagregados. Significa «pequeño montaje».
El concepto de micromount surgió en Estados Unidos. Es verdaderamente acertado para este tipo de coleccionismo, ya que los micromounts siempre tienen que montarse de alguna forma debido a su reducido tamaño. De otra forma podrían perderse fácilmente y no se podrían observar tan bien.
Los especialistas utilizan con frecuencia la abreviatura MM para micromount. En América, la colección de micromounts es un auténtico fenómeno de masas desde los años veinte.
Naturalmente, antes de esa fecha ya existían algunos coleccionistas de micromounts. Los inicios del coleccionismo de microagregados se remontan a la segunda mitad del siglo XIX.
Según el modelo americano, los microagregados de hasta unos 25 × 25 mm reciben el nombre de «thumbnails» (del inglés thumbnail = uña del pulgar).
Igual que en las colecciones de minerales «normales», en el caso de los micromounts también se puede realizar una colección

temática, sistemática, regional o local. Las diferencias no se encuentran en los tipos de colección sino sólo en el tamaño y en los problemas que ello comporta.

Ventajas

El coleccionar microagregados tiene muchas ventajas respecto a los agregados minerales de mayor tamaño.

- Cuanto más pequeño es un cristal o un grupo cristalino, tanto mejor es el desarrollo de la estructura cristalina en general. En los macroagregados es mucho más frecuente la presencia de deformaciones de crecimiento, inclusiones, fracciones, grietas y otros defectos estructurales. Los micromounts son normalmente más perfectos que sus hermanos mayores.
- Al recogerlos (por ejemplo en una escombrera), los micromounts muestran un estado de conservación mejor que los cristales mayores. Ello se debe a que están menos expuestos a riesgos que los macroagregados durante su transporte en la naturaleza.
- En el caso de los micromounts, los yacimientos son prácticamente inagotables. Incluso en los escoriales mineros más registrados siempre se encuentra algún que otro pequeño cristal.
- Los micromounts son mucho más baratos que los agregados minerales de mayor tamaño. Asimismo, la evolución de los precios es mucho más satisfactoria, ya que la demanda siempre será menor.
- Los micromounts pueden guardarse sin ocupar mucho espacio. Para una vasta colección de micromounts sólo son necesarios unos pocos cajones.
- Muchos minerales raros no aparecen en ejemplares grandes sino que sólo se presentan en la naturaleza en microcristales. Por consiguiente, una colección de micromounts es totalmente homogénea gracias a que todos los objetos tienen más o menos el mismo tamaño.



Gran aumento

Para los coleccionistas de microagregados, el microscopio es una herramienta imprescindible. Debido al pequeño tamaño de los agregados minerales, los detalles de los cristales no se pueden apreciar a simple vista. Sólo se pueden distinguir mediante lentes de gran aumento.

Paragénesis de cuprita roja, calcita blanquecina y malaquita verde; Tsumeb/Namibia. Cinco veces su tamaño natural.

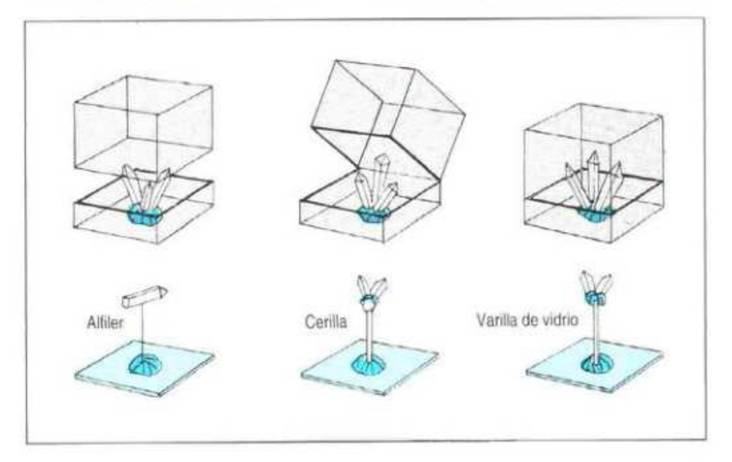
Para la determinación como minerales de los micromounts se necesitan, por lo menos, 20 aumentos, y con frecuencia hasta 40 u 80 aumentos. Una lupa normal no es suficiente.
El microscopio tiene una importancia especial en la identificación de los minerales de un micromount, además del análisis químico, ya que muchos de los métodos de determinación habituales tales como la escala de dureza de Mohs, la densidad, la fractura o la tenacidad sólo se pueden aplicar de forma limitada o son imposibles de aplicar en los minerales más pequeños.
Trataremos de los microscopios y otros instrumentos de aumento en la página 118.

Montaje

A fin de proteger del polvo y de las agresiones los micromounts, sensibles y con frecuencia de un tamaño de 1-2 mm o más pequeños, y de poder examinarlos bajo el microscopio desde la mayor cantidad de ángulos posible, éstos tienen que montarse de forma estable y a menudo elevados.
Es conveniente que el montaje vaya acompañado de una preparación para la conservación adecuada de todos los microagregados.

Recipientes de conservación
Mientras que antes se empleaban cajas de cerillas, botes de píldoras, tubos de vidrio y otros estuches para la conservación de los micromounts, hoy en día se puede recurrir a las cajitas transparentes apilables existentes en el mercado. Debido al almacenamiento y para poder trabajar de forma racional es recomendable limitarse a unos pocos tamaños. En la mayoría de los casos, las cajitas de plástico de unos 2-3 cm de longitud de bordes son suficientes para una correcta conservación y una buena manejabilidad.
Es imprescindible montar los micromounts en la parte plana de la caja de plástico, y no en lo más hondo de la parte más grande de la caja. En la parte plana, el montaje es más sencillo y las posibilidades para observar el mineral bajo el microscopio son mejores. Esta parte plana puede ser, por ejemplo, la cara interior de la tapa de la caja. En tal caso, la parte profunda de la caja asume la función de tapa.
De acuerdo con esta idea, el mercado ofrece desde hace tiempo cajitas transparentes con una pieza de fondo plana y una tapa profunda a los coleccionistas de microagregados (véase también la figura de la página 177).

Sujeción La mejor forma de fijar el micromount sobre el fondo de la cajita de conservación es utilizando una masilla no oleosa, es decir, no engrasante, y de elasticidad permanente.
No se puede utilizar la masilla de vidriero normal, ya que los aceites que contiene pueden alterar el color y la composición química de los minerales.
Las tiendas que venden minerales y accesorios para el coleccionista disponen de una masilla adecuada para los microagregados. Asimismo, algunas siliconas de elasticidad permanente son adecuadas, con ciertas reservas, para nuestros propósitos de montaje.
Con la masilla, los micromounts quedan fijados rápidamente. En cambio, un adhesivo normal siempre necesita algo de tiempo para endurecerse, y durante este tiempo el mineral puede moverse o, incluso, volcar. Los micromounts montados sobre masilla se pueden despegar de la



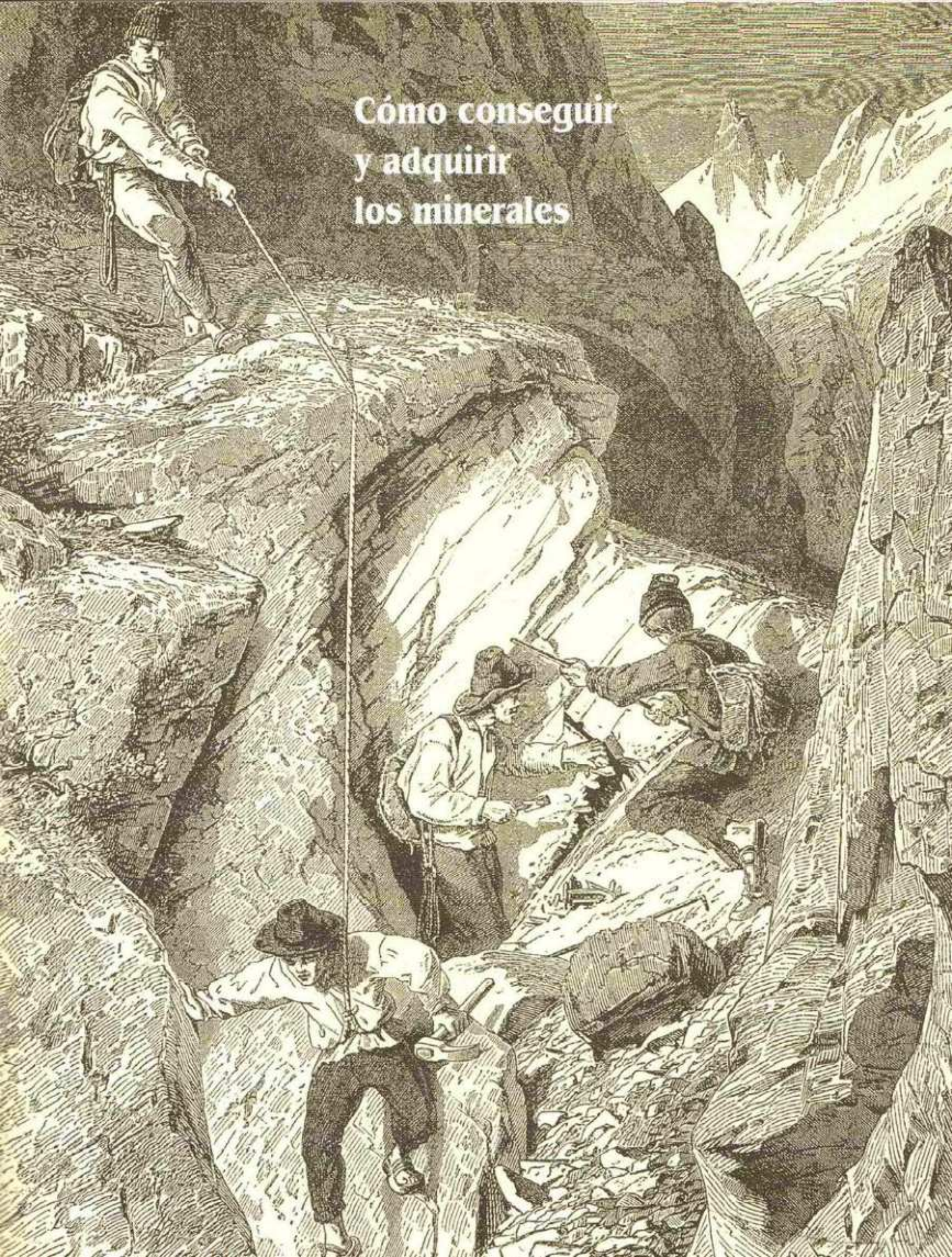
Microagregados (micromounts). Arriba: conservación en cajitas con pieza de fondo plana y tapa profunda. Abajo: diversas posibilidades de montaje.

base sin dificultades. Los agregados pegados con adhesivo sólo se pueden separar de la base con peligro de que resulten dañados o no se pueden separar en absoluto.
Los micromounts de mayor tamaño se pueden montar de forma cómoda y segura con unas pinzas planas. No obstante, este método es demasiado rudo para los minerales más pequeños o los agregados de menos de 1 mm. En este caso se puede conseguir una adhesión suficiente con una aguja ligeramente humedecida para transportar la frágil pieza bajo el microscopio y, a continuación, montarla con la punta de la aguja.
Los agregados bajos tienen que ser elevados, es decir, montados sobre un pedestal debido al mejor efecto y a las mejores posibilidades de observación. Aquí, la imaginación del coleccionista no tiene límites. Hay montajes sobre corcho, sobre pequeños tubos de vidrio o alambre de empalme, sobre cerillas, alfileres, cerdas e, incluso, sobre púas de cactos.

Accesorios
Los coleccionistas de micromounts cuentan con innumerables accesorios en el mercado: sujetadores de micromounts para observar el mineral montado en la caja bajo el microscopio, pinzas de vacío con estiletes manuales y de aspiración, pinzas digitales, tableros cruzados para microscopios y muchas cosas más. Cada uno debe decidir qué instrumento necesita para una mejor manipulación.
En cualquier caso, en los grandes aumentos resulta útil un dispositivo fijador de los micromounts. Con la mano no es posible mantener el objeto completamente inmóvil. Incluso los menores movimientos distorsionan la imagen del microscopio.

La obtención de microagregados
A diferencia de las colecciones normales, es decir, formadas por minerales más grandes, la obtención de microagregados normalmente suele ser algo diferente.
Los micromounts sólo se pueden comprar en tiendas en contadas ocasiones. En general, la oferta de micromounts no tiene interés para el comercio. El gasto no está en proporción con el valor.
Los microagregados se pueden buscar en casa a partir de fragmentos y de material de desecho adquirido a granel en tiendas y bolsas de minerales. El precio de éstos es muy bajo. A veces, los desechos incluso salen regalados.
En ningún caso hay que fragmentar agregados mayores para conseguir micromounts para la colección.
El gran número de micromounts extraído de los desechos sirve para fines de intercambio. Esto es especialmente importante para los coleccionistas de micromounts, ya que los «socios» más importantes son coleccionistas de microagregados con los mismos intereses.
Los intercambios se realizan en encuentros o por correo. Los envíos por correo tienen una especial importancia. Gracias al reducido tamaño de los objetos, éstos son sencillos y no salen demasiado caros. Una base de espuma protege los micromounts de los daños durante el transporte.
El gremio de los coleccionistas de micromounts cultiva un estrecho contacto y un intercambio de minerales activo incluso más allá de las fronteras y de los continentes. En muchos países y ciudades hay asociaciones de coleccionistas de micromounts. Las revistas especializadas informan de las reuniones de este tipo de grupos.
La Sociedad Mineralógica de Baltimore (Baltimore Mineral Society) en Maryland/EEUU publica cada dos años una reseña de las direcciones de los coleccionistas de micromounts y de los comerciantes correspondientes de todo el mundo (International Directory of Micromounters). Hasta el momento, ésta incluye varios miles de nombres.
Dirección para su solicitud:
International Directory of Micromounters,
c/o Roy I. Grim, Editor,
9155-A Hitching Post Lane,
Laurel, MD 20723-1531, USA.

Los «Buscadores de cristales sobre el precipicio» de la revista *Daheim*, Leipzig 1867. El artículo correspondiente describe la vida de los buscadores de cristal de roca suizos y de su peligroso oficio.



Cómo conseguir y adquirir los minerales

La búsqueda y los buscadores de minerales

Se pueden buscar minerales en la naturaleza, pero éstos también se pueden comprar o cambiar. En cualquier caso, el acontecimiento más importante para un coleccionista de minerales es encontrar los minerales él mismo, ya sea en un campo, en una escombrera, en el lecho de un río, en la playa o en roca sólida.

Dado que todas las piedras están formadas por minerales, naturalmente hay minerales en todos los lugares en que haya piedras. Pero esto no tiene porqué interesar a los coleccionistas de minerales. Éstos buscan más bien agregados minerales o minerales individuales con unas formas cristalográficas lo mejor desarrolladas posible. Y es raro que éstos se encuentren en una agrupación de rocas.

Desde hace siglos, además de los coleccionistas aficionados existen buscadores de minerales profesionales. En los Alpes reciben el nombre de «Strahler».

Antiguamente, con la venta de los cristales arrancados de la montaña mejoraban sus reducidos ingresos. La búsqueda de minerales proporcionaba un necesario sobresueldo. Los «secretos» de esta búsqueda se transmitieron de generación en generación.

Originariamente, los «Strahler» eran mineros del lugar.

Actualmente, la búsqueda de minerales es practicada por grupos profesionales muy diversos.

La palabra «Strahler» proviene de Suiza. Allí, el cristal de roca recibe el nombre de «Strahl». Así pues, un «Strahler» es una persona que busca los cristales formados en cavidades (las grietas alpinas).

Hoy en día, en la mayor parte de los Alpes se necesita una licencia para trabajar como buscador profesional de minerales. Ésta sólo se concede a muy pocas personas. Los «Strahler» tienen prerrogativas frente a los coleccionistas aficionados carentes de licencia. En algunos lugares, pueden emplear incluso explosivos y compresores de perforación, lo que está estrictamente prohibido para todos los demás.

Detector de metales electrónico con una sonda de 20 cm. Potencia de búsqueda máxima, aproximadamente 60 cm.



Extracción de minerales de rocas porosas

En el momento de su formación, la mayoría de los minerales estaban firmemente unidos al material rocoso que los rodeaba.

Como consecuencia de la erosión o de cualquier otro tipo de destrucción de las rocas, los minerales fueron liberados y, con la ayuda del agua fluente, del viento, de glaciares o bajo la influencia de la gravedad, pero también por la actividad humana, transportados de los yacimientos primarios a otros lugares.

Entonces, los minerales se pueden separar o sacar con agua de la unión rocosa porosa, de cascajos y arena.

Minerales de los campos de cultivo

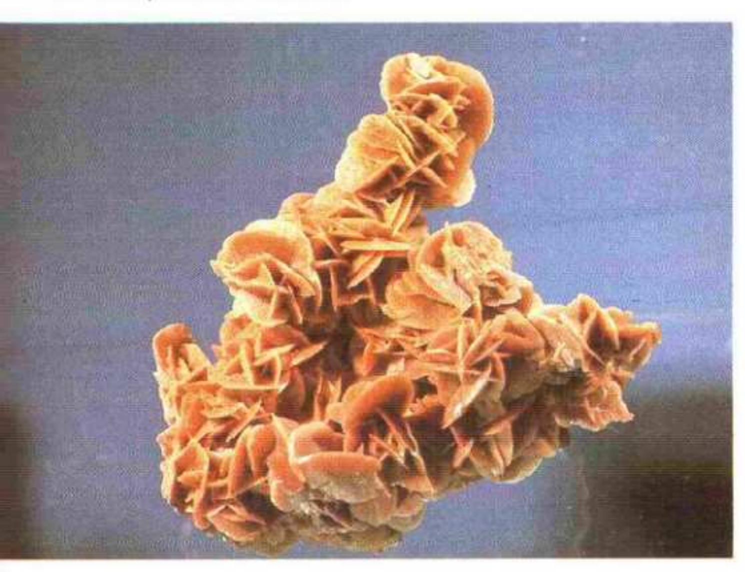
En algunos lugares, en los campos de cultivo hay agregados minerales o minerales individuales codiciables pero difíciles de ver, ya que están cubiertos de tierra. Sin embargo, después de lluvias intensas con frecuencia son descubiertos por el agua y aparecen en la superficie. No hay más que recogerlos.

Naturalmente, esta sugerencia de examinar los campos después de que haya llovido copiosamente hace tiempo que se conoce en los círculos de coleccionistas. El éxito depende de que se sea uno de los primeros en llegar al campo mojado. Asimismo, al arar los campos también salen a la superficie piedras que permanecían ocultas en el suelo.

Originalmente, los campesinos recogían de los campos como granos los granates de Bohemia de color rubí, apreciados desde hace siglos como piedra preciosa. No fue hasta más tarde que se estableció la explotación sistemática del granate.
En Renania-Palatinado, el antiguo centro del comercio de ágatas, a pesar de la búsqueda intensiva todavía hoy se pueden encontrar en los campos bolas de ágata, jaspe rojo o cristales de cuarzo. Naturalmente, no se puede entrar en los campos sembrados. A principios de primavera, antes de la siembra, o después de la cosecha en otoño, la mayoría de los agricultores no se oponen a que los coleccionistas de minerales anden por los campos de forma civilizada y recojan piedras. El escarbar o cavar no están permitidos de ningún modo. Las cosas pueden ser diferentes en otros países. En Australia, por ejemplo, hay muchos lugares en los que se puede excavar en busca de oro. Se habla constantemente de hallazgos espectaculares de pepitas de oro más o menos grandes descubiertas por buscadores aficionados.
A veces, incluso la utilización de detectores de metales, que se pasan por el suelo como palos de hockey, ha valido la pena.
En América también hay espacios abiertos en los que se puede excavar en busca de minerales. Sin embargo, para mayor seguridad habría que cerciorarse siempre de si existe algún impuesto para los coleccionistas aficionados y los extranjeros.

¡Tener en cuenta las normas y las prohibiciones!

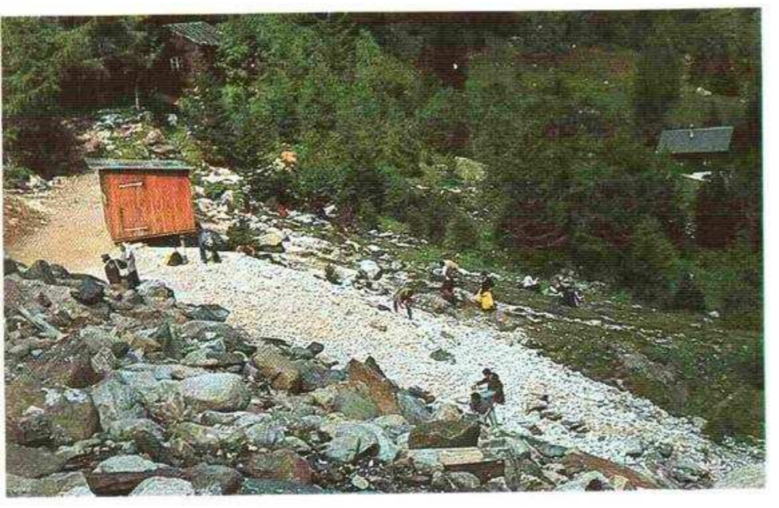
En algunos países están prohibidas todas las formas de búsqueda de minerales, incluso en los campos de cultivo. Las infracciones están castigadas con multas muy severas. A veces, ni siquiera se pueden recoger los minerales del desierto. En algunas regiones del desierto libio, hay madera fósil de ágata desperdigada por el suelo. A nadie le importa si se recoge. Pero no está permitido sacarla del país. La cosa cambia por completo en Marruecos. Los comerciantes se enfadan mucho cuando los turistas no quieren comprar las «rosas del desierto» ofrecidas a montones.
Verdaderamente, estas rosas del desierto (también llamadas rosas de arena) son unas formaciones fascinantes. Con sus cristales de yeso espático dispuestos en láminas se asemejan a rosas abiertas.
Su formación sólo es posible en los desiertos. Al evaporarse el agua capilar, las sales que ésta contiene son eliminadas. Así se forman en la arena porosa cristales de yeso espático «suspendidos libremente» como formaciones individuales, maclas o agregados. Dado que, al cristalizarse, el yeso espático no siempre es capaz de echar a un lado la arena que le rodea, las rosas del desierto integran muchos granos de arena.



Agregado de yeso espático en forma de rosa, denominado del desierto o de arena.

Minerales de escoriales y escombreras
En el lenguaje popular, todas las acumulaciones de escombros de rocas, tanto naturales como artificiales, reciben el nombre de escoriales.
En el sentido geológico, los escoriales son acumulaciones naturales de fracciones de rocas en pendientes inclinadas. Se forman por erosión o por ruptura violenta de fragmentos de roca por encima del escorial.
El desprendimiento de bloques de piedra provoca la liberación de los minerales que, arriba, dentro de la masa pétrea, no se podían extraer ni, tan sólo, reconocer. Ahora, en el escorial resultan accesibles, y a veces se pueden recoger fácilmente de la superficie. La ruptura progresiva de los fragmentos pétreos también transporta constantemente minerales montaña abajo al escorial.
Muchas grietas alpinas y no pocas vetas metalíferas fueron descubiertas siguiendo el recorrido inverso de determinados minerales encontrados en un escorial hasta los yacimientos primarios del macizo situado más arriba.
Las escombreras ofrecen unas buenas posibilidades para el hallazgo de minerales. Se trata de depósitos de escombros producidos por el hombre, principalmente por la actividad minera, pero también por la construcción de carreteras y caminos, voladuras de túneles o excavaciones para la construcción de casas.
Las escombreras pueden estar alojadas en pendientes o en un montón formando una colina.
Las escombreras de minas metalíferas son especialmente apreciadas por los coleccionistas. Contienen mejor material que los escoriales naturales.
En las escombreras mineras antiguas se encuentra más material de colección que en los depósitos más recientes. Antes, la selección del material metalífero se realizaba con instrumentos sencillos, a menudo únicamente a mano, y era menos meticulosa. Algunos minerales metalíferos eran pasados por alto y acababan en la escombrera. Además, antiguamente los yacimientos metalíferos no se explotaban en busca de todas las menas aprovechables de forma tan intensa como en la actualidad.

Minerales de escoria Desde hace algunos años existe un nuevo objeto de colección que cada vez goza de mayor aceptación: los minerales de escoria. Se trata de minerales procedentes de escombreras de antiguas fundiciones metalíferas, de la época prehistórica o ligeramente posterior.
Los minerales de escoria son, en gran parte, formaciones secundarias originadas por la acción combinada de distintos productos fundentes bien descompuestos y de influencias atmosféricas o marinas sobre las escombreras.
Seguramente, además de éstos también hay minerales originales, que se han conservado a pesar de la fundición durante los procesos preventivos primitivos de aquella época. Los minerales de escoria se encuentran principalmente en las cavidades de las escorias. Apenas tienen un tamaño de 1 mm. Algunos constituyen una de las formaciones más raras del reino mineral.



Buscadores de minerales escarbando en una escombrera.

Consejos para los coleccionistas de escombreras

- Tener mucho cuidado al buscar en escombreras. No saltar sobre los bloques y buscar un apoyo seguro.
- Los trabajos en las proximidades de bloques grandes son peligrosos. No permanecer nunca por debajo de un bloque de piedra, ya que podría deslizarse hacia abajo y ponerle en peligro. Colocarse al lado o por encima del bloque.
- Vigilar los restos de piedras bamboleantes, los pies podrían quedar atrapados con facilidad.
- No poner en peligro a los otros visitantes de la escombrera. No provocar ningún desprendimiento. A ser posible, no trabajar unos sobre otros.
- Es sumamente recomendable un buen calzado, y en ocasiones, también polainas. En las escombreras escarpadas, usar casco protector.
- En los desiertos y otros países calurosos, no tocar las piedras grandes sueltas con la mano. Las serpientes y los escorpiones buscan sombra en ellas. Como medida de precaución, mover las piedras sueltas con un palo, el bastón mineralógico o el martillo de geólogo.
- La búsqueda en la escombrera es especialmente provechosa después de lluvias intensas, ya que los minerales pueden encontrarse en la superficie.
- Las escombreras registradas desde hace tiempo pueden volver a ser prometedoras para el coleccionista si inciden sobre la escombrera riachuelos o torrentes de lluvia y, así, quedan al descubierto capas más profundas de la escombrera antigua.
- Registrar siempre la escombrera de arriba abajo. De lo contrario se podrían sepultar o aplastar minerales superficiales.
- Establecer vertederos siempre que, en las escombreras escarpadas, el transporte de herramientas y piedras cuesta arriba sea muy fatigoso.
- Tener siempre a mano una lupa. A ser posible, llevarla colgada de una correa en el bolsillo interior.
- Los coleccionistas de microagregados siempre encuentran algo incluso en las escombreras aparentemente registradas.
- Informarse siempre de si está permitido recoger minerales de la escombrera, especialmente si se quieren realizar prospecciones que alterarán el paisaje.

Minerales de los lechos de ríos y playas

Entre los guijarros y la arena de ríos actuales y secos se pueden encontrar minerales y agregados minerales de diversa granulación. La situación es similar en la playa.

Minerales de grava En los lechos fluviales hay guijarros cilíndricos de hasta el tamaño del puño (cantos rodados, llamados grava en su conjunto) que pueden ser interesantes para un coleccionista de minerales. Normalmente, predominan los minerales duros y resistentes. El cuarzo y sus variedades cuarzo lechoso, cristal de roca, ágata, calcedonia, jaspe y madera fosilizada son los más frecuentes.

Todas las graveras son aptas para su estudio. Los cantos rodados que contienen son sedimentos de antiguos ríos.

Al igual que los ríos, el oleaje del mar también prepara las piedras de las montañas y las correspondientes acumulaciones de grava en la zona de la costa.

Las gravas de los sedimentos del periodo glacial son especialmente seductoras para los coleccionistas de minerales, ya que presentan estructuras muy variadas, es decir, contienen minerales muy diversos.

Las gravas blandas son desmenuzadas rápidamente al ser transportadas por el agua, lo que provoca la liberación de minerales duros y resistentes. El resultado de ello son arenas de grano grueso y fino.

Minerales de arenas Las arenas originadas por la destrucción de las rocas son transportadas a otros lugares, siempre que no se disuelvan químicamente. El método de transporte más importante es el agua.

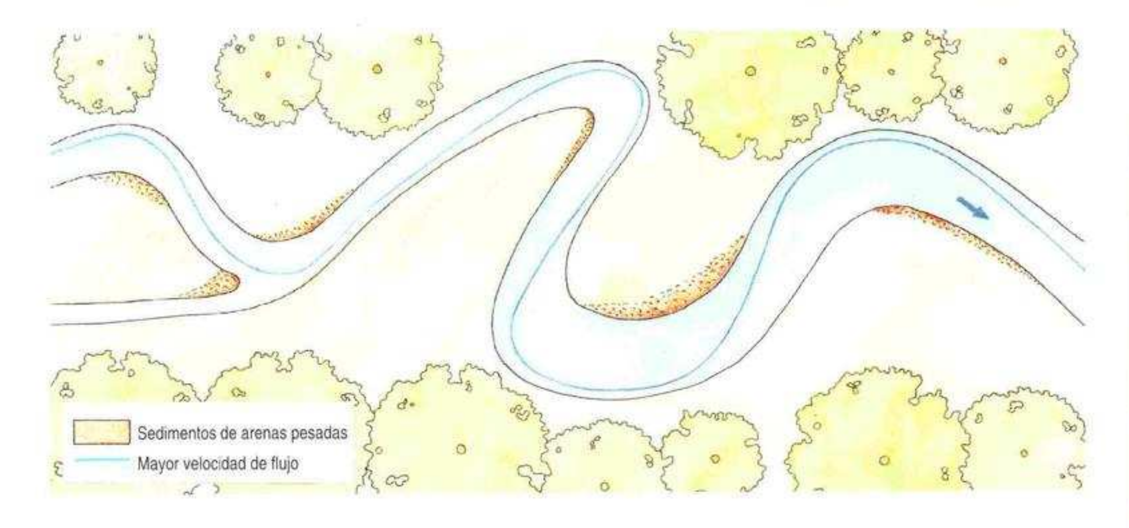
Los granos de arena duros y resistentes pueden ser arrastrados a lo largo de muchos kilómetros, mientras que los menos sólidos se descomponen muy pronto y acaban siendo pulverizados. De esta forma, el agua lleva a cabo una selección y una separación según la resistencia de los minerales.

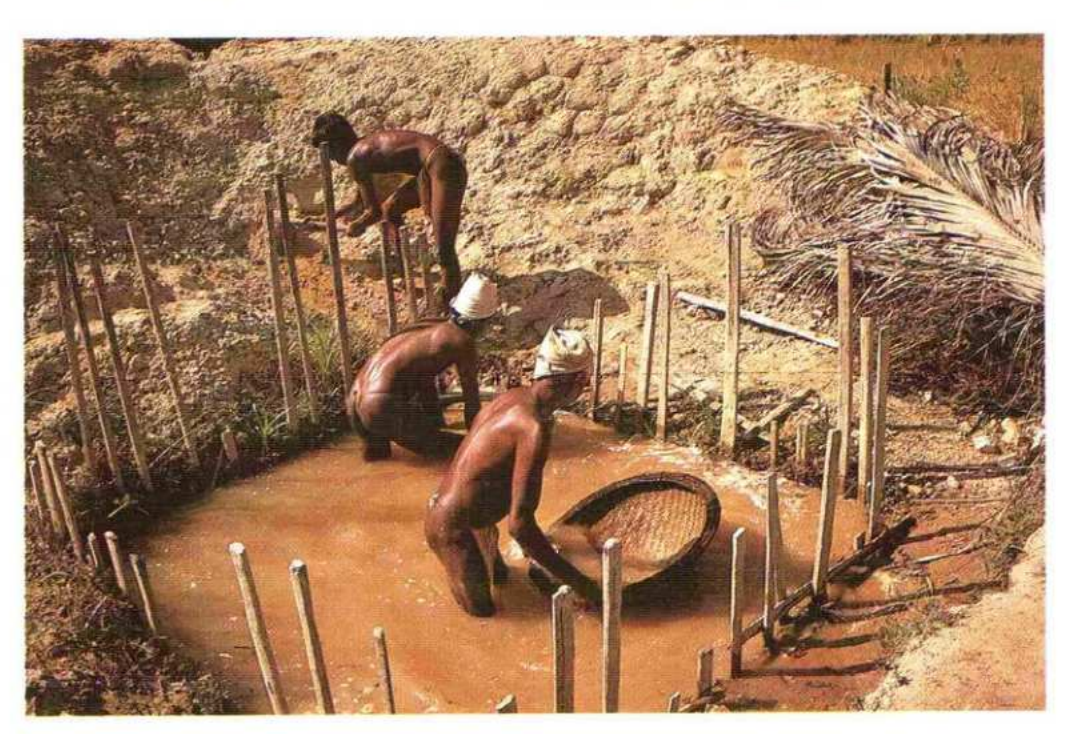
Las aguas rápidas arrastran todos los granos minerales velozmente río abajo. Cuando la corriente es menor, es decir, con la disminución de la fuerza de transporte, se produce una sedimentación de los componentes minerales que varía según su densidad.
Los granos minerales con un peso específico mayor son depositados en primer lugar, mientras que el resto sigue fluyendo.
Allí donde la velocidad de flujo se reduce debido a roces u obstáculos, los minerales más pesados se acumulan en determinadas concentraciones, como por ejemplo en la parte interior de los meandros, detrás de grandes bloques de piedra, debajo de bancos de arena o en agujeros de remolinos.
Aluviones La acumulación de minerales pesados o resistentes recibe el nombre de aluvión según una antigua expresión minera. Según el contenido mineral, se distingue entre aluviones de minerales pesados y de piedras preciosas o, según la concentración de cada uno de los minerales, aluviones de diamante, de oro, de casiterita, etc. Dependiendo del tipo de formación hablamos de aluviones fluviales, límnicos, marinos o litorales.
Mediante la traslación de los ríos, la modificación de las estructuras del paisaje o con la ayuda de las corrientes marinas, con el tiempo los aluviones pudieron extenderse sobre grandes superficies.
Los aluviones minerales de valor económico reciben el nombre de placeres y el lugar de explotación el de mina. Algunas minas conocidas de este tipo son los terrenos diamantíferos de Namibia, los yacimientos de rubíes y zafiros del sudeste asiático o los placeres litorales de monacita de India.

Minerales de placeres (selección)

	Densidades
Granate	3,4– 4,6
Diamante	3,5– 3,6
Espinela	3,5– 3,6
Zircón	3,9– 4,8
Corindón	4,0– 4,1
Rutilo	4,2– 4,8
Cromita	4,5– 4,3
Ilmenita	4,5– 5,0
Monacita	4,6– 5,7
Pirita	5.0– 5,2
Magnetita	5,2
Hematites	5,2– 5,3
Scheelita	5,9– 6,1
Casiterita	6,8– 7,1
Wolframita	7,1– 7,6
Galena	7,2– 7,6
Cinabrio	8,0– 8,2
Uraninita	9,1–10,6
Platino	14 –19
Oro	15,5–19,3

Los minerales pesados siempre son depositados en unos lugares muy determinados del lecho fluvial, a saber, allí donde la velocidad de flujo y, por consiguiente, la fuerza de transporte del agua son especialmente bajas.





Los buscadores de piedras preciosas utilizan preferentemente cestos de mimbre y no palanganas de metal como en el lavado de oro. Foso de lavado en Sri Lanka.

Naturalmente, los coleccionistas aficionados no pueden acceder a los placeres grandes y que se encuentran en explotación. Sin embargo, pueden probar suerte con los aluviones situados a lo largo del cauce de los ríos o en minas abandonadas.

Lavado El método de obtención de minerales de placeres más común es el lavado o enjuague. Éste consiste en la separación de elementos ligeros y pesados con agua como medio de suspensión.

Los buscadores de oro y la mayoría de mineralogistas aficionados utilizan para ello calderas de lavado metálicas. En cambio los buscadores de piedras preciosas utilizan cestos trenzados planos.

Al agitar con un movimiento circular y oscilante las calderas o los cestos, los minerales ligeros que contiene el agua se deslizan hacia fuera por encima del borde de los recipientes. Los minerales pesados se acumulan en el centro de rotación. Desde aquí se pueden seleccionar a mano.

Si se utilizan cestos trenzados, los componentes pequeños de la mezcla se deslizan a través de la malla del tejido de mimbre.

Al aire libre sólo se realiza una exploración grosso modo de las arenas mediante el lavado. El estudio detallado tiene lugar en casa. Aquí se puede continuar con el proceso de lavado en una palangana de plástico.

Los minerales con una densidad superior a 4 se concentran bien mediante el lavado.

Para el fraccionamiento de minerales menos pesados es recomendable emplear bromoformo, un líquido pesado con una densidad de 2,9. Con su ayuda es posible separar minerales con una densidad superior a 2,9 de los minerales más ligeros.

Todos los minerales con una densidad inferior a 2,9 flotan en el bromoformo y los metales pesados se precipitan en el fondo. Así se separa de los minerales pesados especialmente el cuarzo, muy extendido y con una densidad de 2,65.
El bromoformo es muy volátil y se evapora incluso a temperatura ambiente. Tiene un olor penetrante y desagradable.
El bromoformo sólo se puede utilizar para el fraccionamiento de minerales al aire libre. Llevar guantes de goma y gafas protectoras; el bromoformo provoca heridas dolorosas en contacto con la piel. El bromoformo sólo se vende en establecimientos de productos químicos.

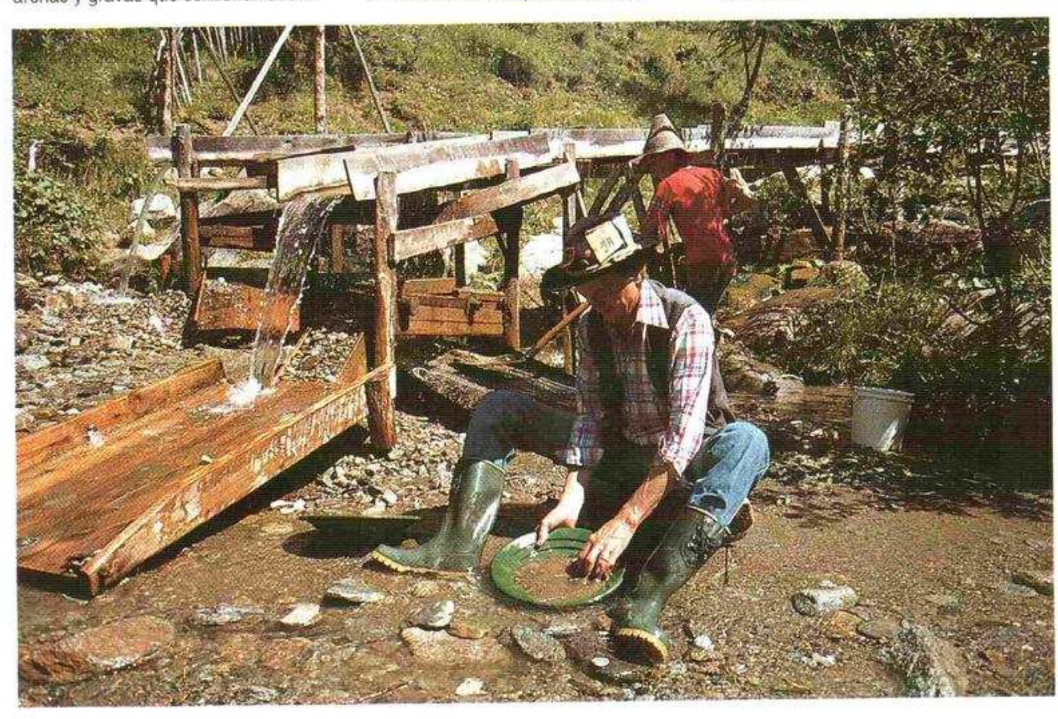
¡Atención!
¡El bromoformo es venenoso!

La preparación de las arenas mediante el lavado resulta útil, por ejemplo, a los coleccionistas de microagregados. De esta forma se pueden obtener minerales de hasta 3 mm de diámetro.

El lavado del oro

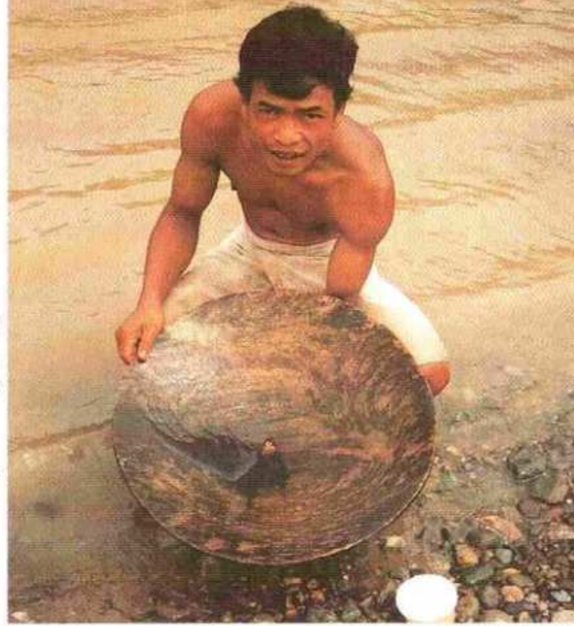
La búsqueda de oro, que a lo largo de la historia ha puesto en movimiento a pueblos enteros, en la actualidad se ha convertido en un *hobby* apreciado por muchos, y

El principio del lavado de oro con un canal y una caldera se basa en una concentración progresiva de la arena en un concentrado de oro. Normalmente, ésta empieza en el canal de madera, en el que se vierten las arenas y gravas que contienen el oro. A través de la modificación reiterada de la velocidad de flujo mediante traviesas y escalones se separan sucesivamente tanto los materiales bastos como los componentes más ligeros. Por último, el enjuague del oro siempre se realiza a mano con un recipiente llamado caldera, una bandeja plana de metal. La instalación que aparece en la fotografía se encuentra en Heiligenblut en el Grossglockner, Kärnten/Austria, uno de los pocos centros de lavado de oro para coleccionistas aficionados y turistas.



el lavado de oro goza de una especial aceptación.
En Estados Unidos acaba de surgir una nueva «fiebre del oro». La asociación americana de buscadores de oro, que representa los intereses de sus «excavadores» aficionados, cuenta con varios miles de socios. Diversos mapas en los que se muestran las zonas de excavación de EEUU ofrecen también mucha información sobre el equipo y los medios auxiliares de los buscadores de oro.

Con caldera y canal El lavado de oro es un tipo especial de lavado. En este caso, la separación de los materiales también se efectúa en base a las diferencias de densidad del reino mineral. Tanto los profesionales como los profanos utilizan unas instalaciones especiales y un instrumental propio para el lavado de oro. En última instancia, el lavado de oro siempre se realiza con la caldera, un recipiente plano de metal de unos 30 cm de diámetro, normalmente de fondo llano y bordes suavemente ascendentes. Los especialistas han desarrollado formas especiales que, supuestamente, garantizan un mayor éxito a los expertos. Así, por ejemplo, hay calderas de fondo deprimido o incluso puntiagudo y bordes acanalados y con distinta inclinación.
La caldera, con un poco de material de lavado (arena y arcilla) pero agua abundante, se agita con un movimiento circular de forma que todo su contenido primero flote pero después se separe según la densidad de cada uno de los componentes. Las partículas más ligeras que flotan en la superficie se deslizan sobre el borde de la caldera inclinada y los minerales más pesados, incluidas las pepitas de oro, se concentran en el fondo del recipiente.
El oro tiene una densidad (dependiendo de su pureza) de aproximadamente 16-19 y, por consiguiente, es casi 20 veces más pesado que el agua y de 6 a 7 veces más pesado que la omnipresente arena cuarzosa.
Los buscadores de oro expertos escogen las bastas piedrecitas del primer concentrado, vuelven a efectuar el lavado y repiten la selección hasta que sólo queda más o menos un cuarto del material de lavado original. Finalmente, el último concentrado se recoge a mano con la ayuda de una lupa. La abundante magnetita se puede retirar previamente con un imán (véase página 106).
El lavado con la caldera es laborioso y largo. Por este motivo, los lavadores de oro profesionales han desarrollado canales de lavado, cuyo principio también fue adoptado por los excavadores aficionados. Estos canales de lavado consisten en un conducto largo e inclinado hecho con tablas de madera con traviesas y tamices en su fondo cerrado donde el oro se acumula con otros minerales pesados. Finalmente, el concentrado separado de minerales pesados se sigue lavando con la caldera.
A pesar de su elevada densidad, puede que las laminillas de oro más finas no sean capturadas



Las calderas para el lavado de oro son recipientes de metal planos. En Europa y en América, se prefieren las calderas de fondo llano y en Indonesia las de fondo abovedado. En el centro de la caldera de la fotografía se pueden ver las pepitas de oro acumuladas.





Anverso (izquierda) y reverso (derecha) de un ducado de oro del río Isar de la época del príncipe elector Maximiliano José III de Baviera (1745-1777). Peso 3,5 g. Dos veces su tamaño natural.

mediante el lavado. Su peso absoluto es demasiado bajo. Al ser transportadas desde los yacimientos primarios, estas laminillas se fueron laminando entre las piedras en el río hasta menos de una milésima de milímetro. Debido a la tensión superficial del agua, las laminillas de oro de poco peso no se precipitan al fondo del recipiente de lavado y se derraman por el borde de la caldera con los materiales de menor peso específico.

Excavadores de tiempo libre
En algunos lugares en los que antiguamente había minas de oro activas, el lavado de oro es una atracción turística de primer orden. Ofrecen a los veraneantes y a los visitantes esta posibilidad para disfrutar del tiempo libre. En Austria, en los municipios de Heiligenblut en el Grossglockner/Kärnten y Rauris en los Hohen Tauern/Salzburgo hay centros de lavado de oro de este tipo. El lavado de oro sólo puede realizarse bajo su tutela. Por lo demás, este tipo de obtención de oro está prohibido en Austria. Allí, los excavadores de tiempo libre tienen que ser miembros de una sociedad de prospección de oro. Todo el mundo puede ser miembro de ellas mediante el pago de una cuota. De esta forma se obtienen, además, unas instrucciones para el lavado de oro. Las herramientas se pueden alquilar en el centro de lavado.
El oro encontrado se puede conservar y llevar al extranjero. Desde hace algunos años hay, alternativamente en distintos países del mundo, campeonatos mundiales de lavadores de oro, organizados por la Goldpanning World Association. Tanto los profesionales como los aficionados prueban su suerte en la competición. Para el lugar en que se celebra se trata de un espectáculo turístico de primer orden. Al mismo tiempo, estos municipios hacen publicidad turística con demostraciones de la técnica de lavado de oro y cursos de entrenamiento y preparación.

Oro de río Dado que el oro como metal precioso es muy estable, éste es transportado lejos de los yacimientos primarios en piedra sólida a través de las aguas corrientes, de modo que, por ejemplo en Centroeuropa, está presente en muchos ríos, incluso lejos de los yacimientos de oro de los Alpes. Sin embargo, el contenido en oro es tan bajo que, actualmente, su explotación no vale la pena. En cambio, en siglos pasados había numerosos puntos de lavado de oro en los ríos europeos por orden de los monarcas, por ejemplo en el Rin, el Danubio, el Mur y el Drave, el Lech, el Isar, el Inn y el Salzach, así como en ríos más pequeños del Fichtelgebirge, de la Selva de Turingia y de la Selva de Baviera.

Detectores de oro En Europa, no es posible la utilización de detectores de metales (véase fig. de la página 58) en el lavado de oro. Los aparatos de búsqueda no reaccionan a las pepitas y laminillas de oro diminutas tan extendidas en las arenas de este continente. En los yacimientos secundarios europeos no es habitual la presencia de piezas de oro de mayor tamaño.
Además, el alcance de los detectores en lo que respecta a la profundidad es limitado, de modo que tampoco se pueden utilizar en los lechos fluviales en la búsqueda de oro.
En cambio, en California/EEUU y en Australia los buscadores de oro han encontrado grandes pepitas de oro con sus detectores de metales en arenas fluviales y gravas en repetidas ocasiones.

Extracción de minerales de las rocas

Normalmente, los minerales grandes con una formación cristalina hermosa sólo se encuentran en masas pétreas y demás rocas sólidas, incrustadas en cavidades o rocas.
A excepción de las rosas del desierto (véase página 59), las rocas porosas no pueden desarrollar grandes cristales y, como criaderos secundarios, sólo pueden contener minerales pequeños, en la mayoría de los casos redondeados, debido al transporte previo.

Minerales de las cavidades

Los agregados cristalinos de mayor tamaño se encuentran en cavidades de determinadas rocas. Aquí, los cristales tuvieron suficiente espacio para desarrollar su propia forma. Los grupos de cristales están situados en la roca como nidos. Dependiendo del tipo de formación, distinguimos los siguientes tipos de cavidades: grietas alpinas, grietas, drusas y cavidades de disolución.

Minerales de las grietas alpinas

Las grietas alpinas son unas cavidades alargadas y lenticulares. Pueden tener una longitud de varios centímetros o de hasta más de 20 m. Se sabe de anchos y alturas superiores a los 6 m. A veces se presenta una yuxtaposición de varias cavidades. En tal caso hablamos de sistemas de grietas alpinas.
Las grietas alpinas no sólo se encuentran en los Alpes, como se podría pensar por su nombre, sino también en otras muchas cadenas montañosas de todo el mundo. Este tipo de grieta fue descubierta por primera vez en los Alpes y aquí es donde ha sido mejor estudiada. No obstante, también se presenta en la Selva Bávara, el Fichtelgebirge, Noruega, los Pirineos, el Cáucaso, el Himalaya, los Urales, Nueva Zelanda y otros lugares.
El término de «grieta alpina» aplicado a zonas no alpinas, que puede inducir a error, debería ser sustituido (tal y como proponen los científicos) por el de «grieta de tipo alpino».
Todas las grietas alpinas (de tipo alpino) comparten un mismo origen, a saber, la separación de masas rocosas por lo demás coherentes como consecuencia de una distensión extensiva durante

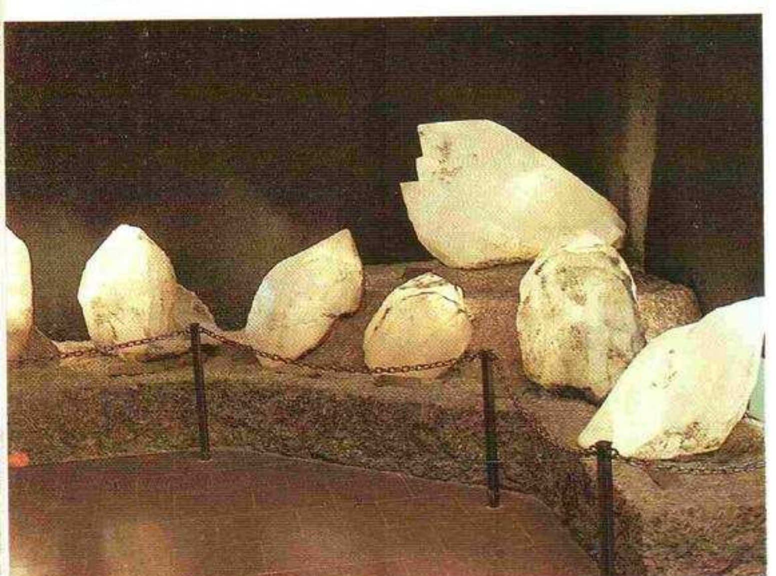


Reproducción conforme a la naturaleza de una grieta alpina en la Casa de la Naturaleza, Salzburgo.

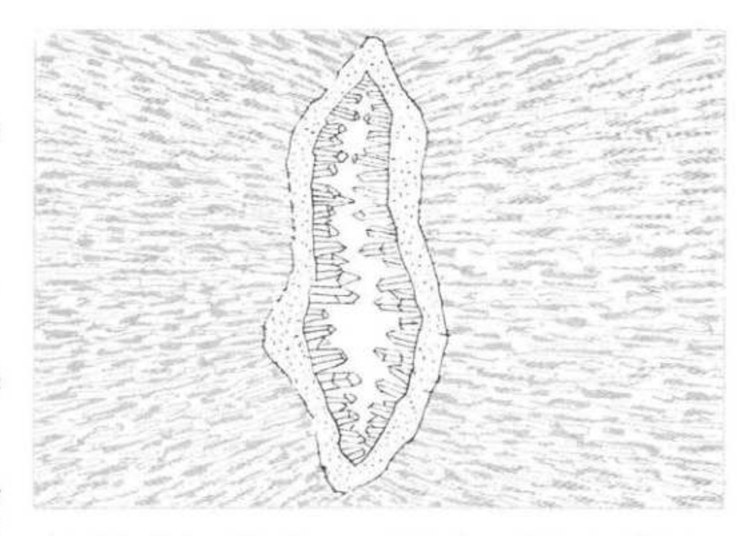
el abombamiento del cuerpo montañoso.
Por consiguiente, las grietas alpinas también reciben el nombre de grietas deformantes.
La mayoría de grietas alpinas tienen las paredes cubiertas de cristales bien desarrollados. Aquí, los cristales tuvieron suficiente espacio para desarrollarse y crecer.
El aporte de materiales para la formación de cristales en las grietas procede de soluciones acuosas y cargadas de minerales tanto de la roca adyacente como de más lejos.
Dependiendo de la composición química de las rocas implicadas, se encuentran diversos minerales en las grietas correspondientes.
Se conocen aproximadamente 140 tipos de minerales procedentes de las grietas alpinas. El cristal de roca, la adularia, la albita y la calcita son especialmente frecuentes. Todo el contenido de la grieta está recubierto a menudo con clorita verde.
En reiteradas ocasiones se han podido encontrar cristales de 1 m de longitud y varios quintales de peso en las grietas alpinas.
En 1965, unos alpinistas descubrieron por casualidad a 3000 m de altitud en Ödenwinkel, en la cordillera del Grossglockner (Salzburgo/Austria), siete cristales de roca enormes que fueron transportados al valle al año siguiente. El mayor de ellos mide 116 cm de alto y pesa 618 kg. De hecho, es el mayor cristal de roca todavía existente como cristal individual. Las piezas se exponen en la Haus der Natur (Casa de la Naturaleza) de Salzburgo.
Probablemente, los numerosos yacimientos de cuarzo de Arkansas/EEUU (véase fotografía páginas 10/11) también formen parte de las formaciones de grietas de tipo alpino.
Las grietas con una gran profusión de minerales y cristales grandes son denominadas «cuevas cristalinas» por los buscadores de minerales profesionales.
Indicios de grietas Las grietas alpinas no se encuentran fácilmente. Hay que tener algunos conocimientos sobre rocas, una buena capacidad de observación, perseverancia y algo de suerte.

Minerales de grietas alpinas (selección)

Actinolita	Euclasa
Adularia	Fenaquita
Albita	Fluorita
Amatista	Grosularia
Amianto	Harmotoma
Anatasa	Hedembergita
Apatito	Hematites
Apofilita	Heulandita
Augita	Ilmenita
Axinita	Laumontita
Brookita	Magnetita
Calcita	Monacita
Chabasita	Morión
Citrino	Moscovita
Clorita	Ortoclasa
Cristal de roca	Periclina
Cuarzo ahumado	Pirita
Datolita	Prehnita
Diásporo	Rutilo
Diópsido	Scheelita
Epidota	Titanita
Escapolita	Tremolita
Escolecita	Turmalina
Espato dolomitico	Vesubiana
Estilbita	Zoisita



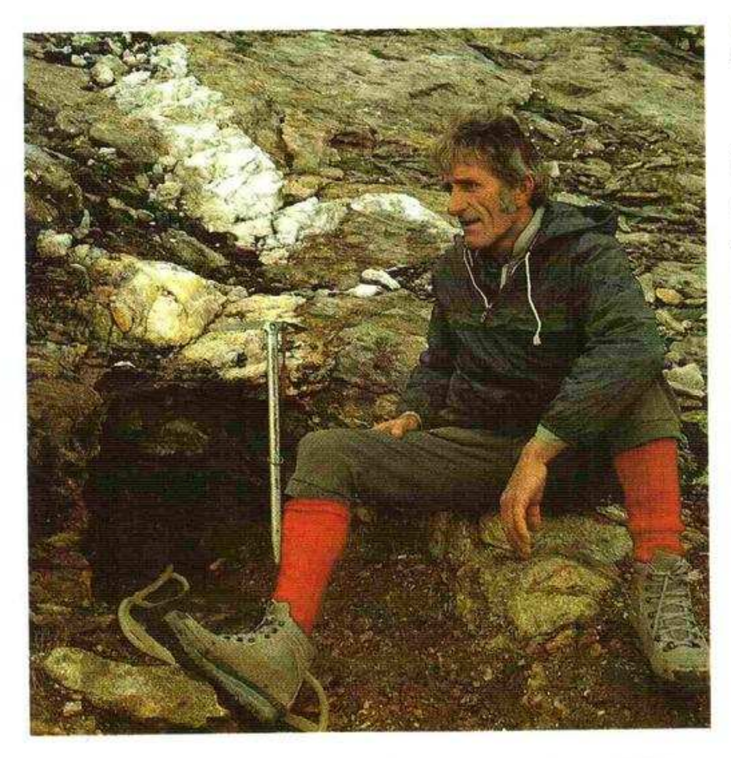
Algunos de los cristales de roca descubiertos en 1965 en una grieta del Ödenwinkel, en la parte superior del Stubachtal/Salzburgo. El cristal grande (al fondo), con un peso de 618 kg, es el mayor cristal individual encontrado jamás en los Alpes. Casa de la Naturaleza, Salzburgo.



Esquema de una grieta alpina.

La roca primitiva, es decir, la masa pétrea no cubierta y libre, puede denotar la posible presencia de una grieta.
Sin embargo, muchas partes de la roca están ocultas por escombros de erosión, cubiertas de vegetación o tapadas por la nieve y el hielo. Sólo allí donde hay claros, donde la masa pétrea está a la vista, se puede hacer una valoración de la roca.
Los claros naturales pueden ser paredes de roca despejadas, acantilados, pendientes talladas por glaciares pero también hendeduras de riachuelos o faldas de montañas que han quedado al descubierto a causa de derrumbamientos, desmoronamientos e inundaciones.
Los claros artificiales incluyen las canteras, los cortes de montañas a consecuencia de medidas constructoras (construcción de carreteras, vías de ferrocarril, oleoductos, túneles), galerías de minas o zanjas de exploración.
En los claros se observa cómo la roca visible no es en absoluto homogénea en tramos largos, es decir, no tiene una composición y una estructura uniformes, sino que presenta singularidades determinadas localmente.
A veces, la roca presenta una ligera coloración y, en cambio, en ocasiones se observan zonas más pálidas. Esporádicamente se detectan pequeños incisos en la roca, fisuras con escasa salida de agua, bandas de cuarzo y acumulaciones de arena de clorita. Todas estas particularidades pueden ser indicativas de una grieta alpina. En las grietas de paredes delgadas, el sonido de los golpes de martillo también puede servir para verificar la existencia de una grieta.
Finalmente, el tipo de roca proporciona el indicio más importante de posibles grietas alpinas, ya que éstas sólo pueden presentarse en rocas metamórficas de naturaleza silícica, preferentemente en gneis granítico, esquisto micáceo y filita, además de en anfibolita y esquisto de silicato de cal.
En la mayoría de los casos, la laminación de la roca madre (la estructura paralela con minerales organizados) es perpendicular a la grieta, especialmente a la banda de cuarzo que delimita la grieta hacia el exterior. La estructura rocosa laminada parece oprimida en la grieta.
En los Alpes, hace tiempo que las faldas de las montañas de fácil acceso son registradas en busca de grietas. Las partes más altas de la masa pétrea exigen una peligrosa escalada. Cada coleccionista debe decidir si quiere exponerse a esta clase de peligros en su búsqueda de minerales.
A veces, los inviernos con abundantes nevadas ofrecen la posibilidad de examinar las paredes de roca, normalmente demasiado alejadas del campo de nieve, en busca de grietas. Por otra parte, el constante retroceso de los glaciares alpinos permite hallar grietas en las partes de las rocas hasta entonces cubiertas por el hielo.

Explotación de las grietas De vez en cuando, la naturaleza se encarga de abrir una grieta a través de la descomposición de la roca madre, de la erosión o de desprendimientos. Entonces, su explotación es relativamente fácil. De lo contrario, la apertura de una grieta cerrada exige mucha fuerza, tacto y tiempo. En primer lugar, hay que intentar practicar un orificio a través de las paredes de la grieta para poder echar un vistazo al



Buscador de minerales frente a una grieta de cuarzo abierta; Val Bavona, Tessin/Suiza.

interior de la cavidad. Ello protege de las decepciones, ya que no todas las grietas están llenas de cristales grandes o interesantes. Para abrir una grieta rodeada de una banda de cuarzo ancha y dura, el martillo y el escoplo no sirven de gran cosa. Para ello se necesitan unas herramientas más pesadas tales como un bastón mineralógico, una barreta y un martillo de fragua. A veces es conveniente la utilización de un gato estable, con el que se pueden separar partes de la piedra. El empleo de explosivos y compresores de perforación está prohibido en la mayoría de países, al menos para los coleccionistas. Además, en las grietas grandes la separación de los cristales exige tiempo y suerte. Hay que tener muchísimo cuidado con las serpientes, a veces también con los escorpiones y con los desprendimientos.

A fin de que los agregados de varios kilos de peso no se rompan al caer al suelo, hay que colocar un material de recogida blando. La espuma, los soportes de goma o las piezas de ropa dobladas varias veces proporcionan un buen acolchado, mientras que el papel sólo sirve si está bien chafado. Para las piezas de cristal pequeñas, en caso de necesidad basta con hierba o heno. No hay que intentar separar los cristales por la base de la banda de cuarzo. Aquí, la cohesión es especialmente fuerte. Los cristales se partirían preferentemente por la mitad en caso de esfuerzo por golpes. Hay que aplicar el escoplo junto al pie del cristal y separar el cristal junto con la «raíz».

Si intenta llevarse una grieta pequeña entera o en partes, separe la envoltura de la cavidad más allá de la banda de cuarzo con golpes muy cuidadosos. Siempre existe el peligro de que la roca circundante se agriete debido a su estructura paralela y, como consecuencia, la grieta se fragmente.

Examine con sumo detenimiento el fondo de una grieta, que con frecuencia está cubierto de barro o arena, ya que a menudo hay bonitos cristales individuales que se han separado del resto debido a la acción de las heladas o a esfuerzos mecánicos.

A veces, las grietas pequeñas están totalmente llenas de barro. Lo mejor es, si es posible, llevárselas a casa enteras y examinarlas y limpiarlas con sumo cuidado una vez allí.

Marcar la grieta A fin de que un coleccionista de minerales conservara en la montaña la prerrogativa de una grieta descubierta por él, antes se colocaba una herramienta como «prueba» junto a ella. Los otros coleccionistas lo respetaban. Debido al actual movimiento de masas del coleccionismo de minerales, por desgracia se han perdido muchos valores y buenas costumbres. Así, algunas grietas marcadas han sido desvalijadas y,

encima, se han llevado la herramienta que indicaba la propiedad.
Como consecuencia, el que primero la encuentra se lleva su contenido precipitadamente, lo que hace que exista el peligro de una destrucción excesiva del mismo.

Minerales de las grietas de rocas Además de las grietas deformantes alpinas, existen cavidades tectónicas, es decir, originadas por la rotura de complejos rocosos enteros, de forma alargada, las así llamadas grietas o fisuras.
La distancia entre las superficies opuestas, es decir, el ancho de la grieta, puede ser de unos pocos milímetros o de varios metros. La longitud siempre es claramente mayor que el ancho. Se tiene noticia de grietas de varias decenas de metros.
Las grietas se presentan aisladas o en grupos en todos los tipos de rocas sólidas. En las zonas de descomposición de algunos macizos montañosos hay sistemas de grietas formales con grietas paralelas y entrecruzadas.
En las grietas abiertas se han podido desarrollar cristales, al igual que en las grietas deformantes alpinas. No obstante, la presencia de minerales es mucho más escasa. Sólo en contadas ocasiones se encuentran agregados cristalinos seductores. El número de tipos de minerales suele ser reducido. Predominan la calcita, el espato dolomítico y el cuarzo. A veces, estas formaciones minerales están recubiertas por completo de calcita. En cada grieta predominan aquellos minerales que se han podido derivar de la composición química de las rocas vecinas. Las grietas en volcanitas ofrecen a los coleccionistas más minerales de interés que las de las plutonitas. En las grietas de las rocas sedimentarias, la oferta de minerales es más uniforme y más pobre en tipos que en las magmatitas y las metamorfitas.
El relleno de una grieta con sustancia mineral o con material de roca (¡no escombros de erosión!) recibe el nombre de filón según un antiguo término minero. Véase las explicaciones sobre rocas filonianas de la página 124.
Para la búsqueda de grietas y la extracción de los minerales se puede hacer uso más o menos de las mismas recomendaciones que en el apartado «Minerales de las grietas alpinas» (página 67 y siguientes).

Minerales de las drusas
Las cavidades redondeadas, ovaladas, menos frecuentemente alargadas y surgidas a partir de burbujas de gas reciben el nombre de drusas según una expresión del lenguaje minero. El tamaño de estas drusas oscila entre algunos centímetros y algunos decímetros. Sin embargo, las drusas alargadas pueden ser mayores (véase página 22). Las formaciones huecas de menos de 2 cm de diámetro se llaman almendras.
Las drusas son un objetivo preferente para los coleccionistas, ya que sus paredes interiores con frecuencia presentan una densa población de cristales (véase también fotografía página 22).
Las rocas madre de las drusas son, principalmente, volcanitas (especialmente el meláfido y, además, el basalto y el pórfido) y pegmatitas, y en casos aislados también los granitos.
Las drusas son difíciles de encontrar, ya que se hallan como formación individual en rocas por lo demás poco llamativas. Sólo en algunas ocasiones, la descomposición, tal vez el derrumbamiento de la pendiente o quizás la erosión han dejado al descubierto o han abierto alguna que otra drusa. Sin embargo, de vez en cuando en un complejo rocoso existe tal acumulación de drusas que éstas se pueden explotar con

Piedra caliza llena de grietas.





Meláfido almendrado con relleno mineral en las antiguas burbujas de gas; Renania-Palatinado. Algo reducida.

galerías y pozos. Antiguamente, la industria del ágata de Idar-Oberstein, en Renania-Palatinado, extraía drusas como en la minería. Si se da el caso, los coleccionistas pueden encontrar trozos de drusas en canteras, en las que la roca primitiva es volada constantemente, en los escombros bajos, y a veces incluso drusas enteras en las paredes de roca. Para la extracción de drusas de la roca hay que separar, a ser posible, todo el cuerpo de la drusa. En las rocas poco erosionadas, éste es un trabajo arduo. Para ello son necesarios una barreta, un bastón mineralógico y un martillo de fragua, un mitón y un escoplo largo. Es preferible desprender más bien mucha roca madre que poca. Si se golpea demasiado cerca de la pared exterior de la drusa, la cavidad puede derrumbarse debido a la vibración y el contenido en cristales puede romperse.
En casa se puede separar tranquilamente la roca madre circundante de la pared exterior de la drusa, en caso necesario con la ayuda de instrumentos pulidores y cortadores.
Actualmente, Brasil suministra al mercado drusas de todos los tamaños para la industria de la talla y los coleccionistas. Éstas se extraen con relativa facilidad de una roca madre muy erosionada. El número de minerales de las drusas es extenso y varía de un lugar a otro. Los cuarzos (especialmente el cristal de roca y la amatista), los feldespatos (adularia, albita, ortoclasa), las micas (moscovita, zinnwaldita), la fluorita, la hematites, la epidota, la calcita, la titanita y la zeolita (natrolita) están muy extendidos. El relleno de drusa más interesante es el ágata calcedoniana, una variedad de cuarzo microcristalina de dibujo estriado (fotografía página 23).

Minerales de las cuevas cársticas En las piedras calizas y dolomíticas se forman unas cavidades de diversos tamaños debido a la acción combinada de solución química y abrasión mecánica de aguas subterráneas, las llamadas cuevas cársticas. En ellas se desarrollan, además de las conocidas estalactitas y estalagmitas, neoformaciones minerales a partir del agua circulante de las rocas calizas. En la naturaleza predominan los minerales de calcita. También se observa espato dolomítico, cuarzo, rutilo y turmalina.
Los coleccionistas de cristales de calcita y sus combinaciones encontrarán abundante material en ellas. Por lo demás, las cuevas cársticas y las caleras son poco productivas para los coleccionistas de minerales. Las cuevas también son pobres en piedra yesosa. Cabe mencionar sólo la variedad de yeso transparente que se puede encontrar a veces en ellas, el yeso especular.

Minerales incrustados
Para los coleccionistas, los cristales incrustados en roca sólo resultan interesantes si son

Minerales porfidoblásticos
(selección)

Andalucita	Granate
Cianita	Hornblenda
Clorita	Magnetita
Corindón	Pirita
Cuarzo	Rutilo
Epidota	Silimanita
Estaurolita	Turmalina
Feldespatos	


Inclusiones minerales en andesita de grano fino; Almería/ España. Algo reducida.

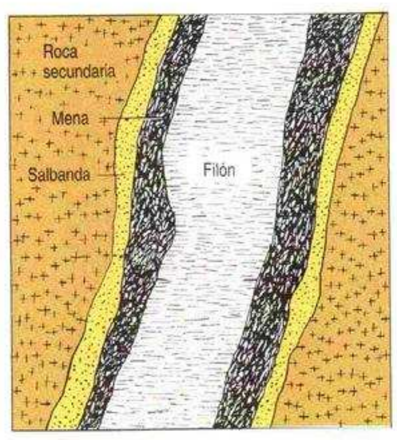
visiblemente más grandes que el resto de componentes de la mezcla o se presentan en grupos destacando de lo que les rodea. En las metamorfitas, las volcanitas y las pegmatitas, así como en los filones metalíferos y, con menor frecuencia, en las sedimentitas, hay cristales grandes individuales o que han crecido juntos.

Minerales de las metamorfitas
En algunas metamorfitas hay minerales grandes individuales con una forma cristalina perfecta que se encuentran en una masa de fondo por lo demás densa o de grano fino como pasas en la masa de un pastel. Estos minerales, que destacan por su tamaño, reciben el nombre de porfidoblastos. Estos porfidoblastos pudieron desarrollar este tamaño en determinadas rocas gracias a su capacidad de cristalización superior a la media.
En los círculos coleccionistas, son bien conocidos, por ejemplo, los granates incrustados en esquisto micáceo, que pueden alcanzar el tamaño del puño (incluso excepcionalmente más).

Granate de la variedad almandino en esquisto micáceo; Zillertal/Austria. Aproximadamente a la mitad de su tamaño natural.


Minerales de las volcanitas Las rocas volcánicas tienen un encanto especial para los coleccionistas por cuanto presentan minerales bellamente formados en drusas y almendras así como salpicados en rocas de grano fino.
Las sustancias minerales eliminadas en un primer momento durante el enfriamiento de la roca fundida pudieron formar sin impedimento alguno por parte de otros minerales su forma cristalina propia. Éstos se encuentran ahora como huéspedes en una masa de fondo por lo demás densa. Este tipo de contextura rocosa se denomina estructura porfídica, y los minerales de grandes dimensiones se denominan inclusiones.
Inclusiones típicas son la augita, la biotita, el cuarzo, las plagioclasas, la hauyna, la hornblenda, la leucita, la magnetita, la nefelina, la noseana, el olivino, la sanidina y la sodalita.

Minerales de las pegmatitas
En las pegmatitas de grano grueso (véase página 131) se observan



Esquema de un filón metalífero.

cristales de un tamaño de varios centímetros y, a veces de varios metros. Los más frecuentes son el cuarzo, los feldespatos, la mica y la turmalina negra.
Dado que las pegmatitas a menudo contienen minerales raros, pueden tener una importancia económica. Muchas piedras preciosas valiosas (por ejemplo el berilo, el corindón o la turmalina) son originarias de pegmatitas.

Minerales pegmatíticos

(selección)

Albita	Magnetita
Apatito	Microclina
Augita	Molibdenita
Berilo	Monacita
Biotita	Moscovita
Blenda de cinc	Nefelina
Calcopirita	Pirita
Corindón	Scheelita
Cuarzo	Topacio
Epidota	Turmalina
Galena	Wolframita
Granate	Zinnwaldita
Ilmenita	Zircón

Minerales de los filones metalíferos Los filones (es decir, rellenos de grietas) presentan un contenido mineral muy variado. En algunos, éste es uniforme, y la presencia de cristales es insignificante. En cambio, otros filones son un tesoro para los coleccionistas de minerales. Entre éstos figuran los filones metalíferos. Aquí, minerales de los que normalmente sólo se encuentran indicios en la roca están concentrados de tal forma que, con frecuencia, vale la pena su explotación económica.

Minerales de filones metalíferos

(selección)

Antimonita	Estannina
Arsenopirita	Fluorita
Barita	Galena
Bismutina	Hematites
Bismuto	Mercurio
Blenda de cinc	Niquelina
Bornita	Oro
Calcita	Oropimente
Calcopirita	Pentlandita
Calcosina	Pirita
Casiterita	Plata
Cinabrio	Rejalgar
Cobre gris	Rodocrosita
Cuarzo	Siderita
Enargita	Skutterudita
Espato dolomitico	Uraninita

En estos filones metalíferos, los minerales que se presentan en hermosos cristales se encuentran en drusas, en grietas o incrustados como pegmatitas.
La distribución de los minerales dentro del filón metalífero es variable. Hay concentraciones de menas y rocas no metalíferas (tipo de filón) las unas junto a las otras. Los mineros denominan salbanda a la zona que limita la roca que contiene minerales metalíferos de la roca adyacente (roca secundaria). Aquí, las primeras aguas calientes chocaron contra las paredes de la grieta antes de que el mineral metalífero fuera eliminado de las soluciones hidrotermales.
Los filones pueden tener un diámetro de unos pocos milímetros o de hasta 100 m. Es posible que alcancen una longitud de varios kilómetros.
Muchas rocas contienen filones metalíferos, pero principalmente las plutonitas.
En una mina abierta a los visitantes se puede estudiar la estructura y la composición de los cuerpos metalíferos, su correlación petrológica con la roca adyacente, su rendimiento económico y su explotación.

Minerales de las sedimentitas
Ocasionalmente, en las rocas sedimentarias compactas también hay minerales dignos de atención.
En las piedras de arcilla, se puede encontrar, por ejemplo, aragonito, azufre, barita, blenda de cinc, calcita, yeso espático transparente, galena, marcasita y pirita. Ya hemos hablado de las rosas del desierto en la página 59.
La piedra arenisca a veces contiene hermosos cristales de cuarzo, de calcita y de barita, y la piedra caliza blenda de cinc, espato dolomítico y galena, además de calcita.
En las rocas carboníferas están presentes la blenda de cinc, la marcasita, la pirita y la siderita.
Las septarias, surcadas de grietas radiales (véase página opuesta),



Septaria con neoformaciones cristalinas en las grietas. Aproximadamente un tercio de su tamaño natural.

ocupan una posición especial. En realidad, se trata de rocas madre de cristales pequeños (principalmente de calcita) que, o bien rellenan las fisuras de contracción, o bien crecen fuera de estas grietas con unas hermosas superficies cristalinas.

Separación de los minerales A ser posible, hay que evitar separar los cristales incrustados en el lugar de su hallazgo. El martillo y el escoplo suelen ser demasiado bastos para ello. Se podrían dañar los cristales o destruirlos debido a la vibración.

En el lugar del hallazgo, arrancar primero un trozo de roca bastante grande con las herramientas de fragmentación y proseguir con el trabajo en casa tranquilamente. Aquí se pueden emplear las herramientas adecuadas.

A veces, con una prensa de piedras (véase también página 168), por ejemplo, se pueden separar bien los cristales individuales incrustados. Al aplastar lentamente la piedra, la roca madre se rompe sin demasiada vibración y deja los minerales sueltos. Los cristales se pueden separar con más cuidado todavía con escoplos de preparación (véase pág. 170) o con aparatos de preparación eléctricos (véase fotografía pág. 171).

Peligros en las rocas

La consecución de minerales en las montañas, en cuevas o en canteras comporta muchos peligros. Una buena constitución física, un equipo adecuado y una buena planificación son requisitos indispensables para la búsqueda de minerales.

No vaya nunca solo en alta montaña. En las paredes escarpadas, el peligro de desprendimientos aumenta después de la salida del sol, ya que las heladas nocturnas ya no mantienen unidas las piedras.

No deje que caiga ninguna piedra rodando ni provoque ningún desprendimiento. Los alpinistas, excursionistas u otros coleccionistas de más abajo podrían estar en peligro.

¡No corra ningún riesgo,
evite el peligro!

Las galerías de minas antiguas o abandonadas son peligrosas. La menor vibración puede provocar desmoronamientos, sobre todo si las rocas ya están sueltas debido a la mineralización secundaria. Evite estas galerías y nunca entre solo en ellas. Además, coloque siempre postes de seguridad en la boca de la galería (entrada).

En las cuevas cársticas (cuevas de piedra caliza), después de lluvias repentinas existe el peligro de irrupción de agua y de inundación de las partes de la cueva más profundas y de las vías de comunicación. Así pues, controle siempre la situación meteorológica y ponga postes en la entrada.

En las cuevas, utilice cuerdas de seguridad y suficiente iluminación. En la confusión de un sistema de cuevas, haga una marca cada vez que tome una ramificación.

En todo tipo de búsqueda de minerales hay que procurar la máxima protección para sí mismo y para los demás. Allí donde exista el peligro de derrumbamiento o agrietamiento hay que llevar un casco protector y en las cuevas también una protección de los hombros.

Adecue su forma de vestir a cada situación. Es sumamente aconsejable utilizar guantes y una protección antigolpes para la mano cuando se trabaje con el martillo.

¡Atención!
¡Lleve gafas protectoras en
todos los trabajos de golpeo!

Incluya en sus planes suficientes reservas para los casos de emergencia, tanto de material, como de tiempo y de resistencia física. Lleve siempre a mano un pequeño botiquín.

El orden en el lugar de trabajo, también en la naturaleza, tiene que darse por sobrentendido. Cause los menores destrozos posibles. No deje basura.

Encontrará más indicaciones importantes en el capítulo «Equipo para los trabajos de campo» de la página 159 en adelante.

Compra e intercambio de minerales

Todos los mineralogistas aficionados intentan completar de algún modo su colección. Pero sólo unos pocos tienen la suerte de poder encontrar ellos mismos los minerales que desean. Por norma general, también hay que incluir en la colección hallazgos ajenos. Hay que comprar e intercambiar.

Compra de minerales

En todas las grandes ciudades hay tiendas de minerales especializadas donde se puede contemplar y adquirir una selección de piedras hermosas. En los grandes almacenes, en las tiendas de arte y en muchas otras tiendas con frecuencia hay departamentos especializados en minerales.

En la venta por correspondencia, se pueden pedir minerales por catálogo con derecho a devolución.

Los principiantes que todavía no tengan una verdadera idea sobre los precios tienen que ir con mucho cuidado al comprar. Las tiendas son más caras que los vendedores ambulantes. No obstante, normalmente éstas ofrecen una garantia de la autenticidad de la oferta.

Las compras baratas en una esquina o en un bazar en semipenumbra, con frecuencia salen mucho más caras cuando se descubre que el mineral no está bien designado o es falso.

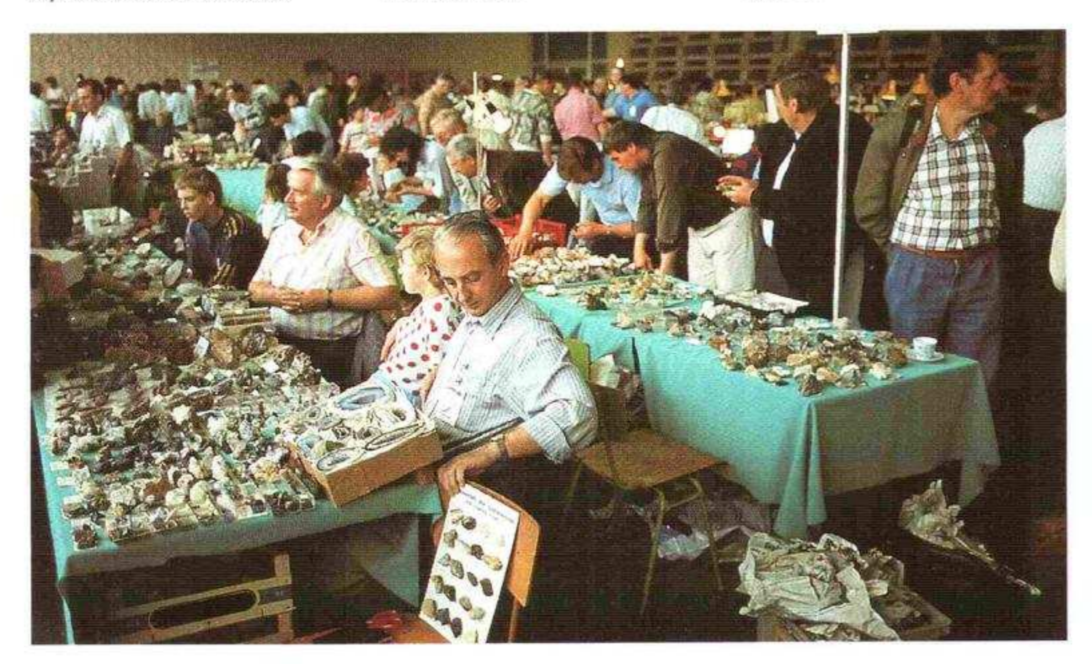
Bolsas de minerales

Las bolsas de minerales ofrecen unas oportunidades de compra ideales. Se trata de exposiciones y venta en las que participan principalmente comerciantes y, con menor frecuencia, coleccionistas.

La bolsa de minerales de Múnich es la mayor exposición de su ramo de Europa. Más de 500 expositores de 30 paises de todo el mundo expusieron en 1993 sus «piedras». Casi 30 000 visitantes admiraron, compraron e intercambiaron piezas en ella.

Todas las bolsas de minerales importantes tienen una concurrencia internacional.

Algunas existen desde hace varias décadas.



Las bolsas de minerales, que ofrecen la posibilidad de intercambiar piezas, son especialmente apreciadas por los coleccionistas; Gera/Turingia, Alemania, 1990.



La oferta de las bolsas de minerales suele ser muy amplia tanto para los coleccionistas como para los curiosos.

En Italia, la bolsa de minerales de Turín es considerada la mayor del país, en Suiza la de Zúrich, en Francia la de Sainte-Marie-aux-Mines, en Alsacia. En Bélgica, la bolsa de Lieja es la más antigua del país.
La bolsa de minerales más importante del mundo es la «Annual Tucson Gem & Mineral Show» de Tucson, Arizona/EEUU. Aquí, a principios de año se reúnen los comerciantes de minerales de todos los países, además de los visitantes y los coleccionistas. También hacen acto de presencia representantes de los grandes museos.
Los hallazgos sensacionales de todos los confines del mundo se presentan primero en Tucson. Los ejemplares de lujo y las piezas de museo pasan de Tucson a las vitrinas de las grandes colecciones. Las conocidas bolsas estadounidenses de Denver, en Colorado, y Detroit, en Michigan, permanecen a la sombra de «Tucson».
En España se celebran bolsas y exposiciones periódicas de minerales. Entre ellas podemos destacar Expominer en Barcelona, Exponatura en Madrid, Fosminer en Bilbao, Mineralia en Sevilla, Bolsa de minerales en Vitoria e Intermineral en Zaragoza.
Además de las ventas, muchas bolsas de minerales también ofrecen un variado programa de entretenimiento y perfeccionamiento que incluye exposiciones especiales, ciclos de conferencias, concursos fotográficos, talla de piedras preciosas y tómbolas. La bolsa de ventas se convierte en un espectáculo para toda la familia, sobre todo porque cuenta con ofertas especiales para los jóvenes y para los más veteranos.
En estas bolsas de minerales se puede experimentar directamente la fascinación del coleccionismo de minerales. Ofrecen la posibilidad de controlar los precios y de comparar el valor de los minerales.
Si tiene intención de comprar algo, prepare primero una lista de lo que le falta para evitar repeticiones.
Los precios están regulados por la oferta y la demanda. Hay artículos que cuestan lo mismo que un bolígrafo y otros que son más caros que un coche. Los comerciantes serios tienen la mercancía marcada, es decir, ésta cuenta con etiquetas visibles con los precios.
A menudo se negocia por encima de este precio. Justo antes del cierre de la bolsa es cuando se produce la mayor disminución de los precios, ya que los comerciantes no quieren volver a llevarse los artículos no vendidos. Así pues, examinar al principio de la muestra y comprar al final.
Sin embargo, el que quiera comprar un agregado de un tipo especial tiene que hacerlo lo antes posible. Los agregados hermosos cambian de manos rápidamente si el precio es razonable.
En las subastas que se celebran regularmente en algunas bolsas de minerales hay algunas buenas ofertas.

No compre a cualquier precio. A veces los precios son exagerados. La moderación en los precios beneficia a todos los coleccionistas.

Minerales de primera mano

Los coleccionistas experimentados que pueden hacer una valoración aproximada de los agregados a primera vista encuentran unas buenas oportunidades de compra de primera mano, por ejemplo de mineros, buscadores de minerales y otros excavadores. De hecho, éstos también están al corriente de los precios internacionales, pero su idea de «hacer negocios» es más comedida que la de los comerciantes profesionales.

Intercambio de minerales

El intercambio de minerales es más problemático que la compra, ya que primero se necesita material para cambiar y, después, un compañero de intercambio adecuado. En las asociaciones de coleccionistas se puede encontrar a estos compañeros. Éstas organizan regularmente veladas de intercambio y, también, actos suprarregionales con buenas posibilidades de canje.
Este tipo de contactos también se puede establecer insertando un anuncio en una revista especializada. En algunas páginas hay ofertas de intercambio. Los precios de los anuncios son muy económicos. A veces, las ofertas son incluso gratuitas.
Normalmente, las bolsas de minerales también ofrecen la posibilidad de intercambiar minerales. En ocasiones, los expositores dispuestos a los intercambios se reconocen por un cartel.
Todo aquel coleccionista que quiera intercambiar minerales tiene que tener claro que la pieza que ha extraído de la roca con mucho esfuerzo y amor será valorada por el compañero de intercambio según unos criterios totalmente diferentes, a saber, por la belleza de las formas individuales, la composición del conjunto y el estado de conservación.
Exija siempre y, a su vez, ofrezca una rotulación completa de los minerales.

Falsificaciones

A medida que el número de coleccionistas de minerales crece, también aumenta la oferta de falsificaciones. Hay variaciones primitivas, pero también artificios refinados.
La oferta de agregados pegados con algún material extraño es una estafa. Naturalmente, no hay nada en contra de volver a pegar una punta partida del mineral. Sólo que el comprador o el compañero de intercambio tiene que ser informado de este tipo de reparación. Si se modifica algo en un cristal o un agregado con la intención de cobrar un precio superior al razonable, se incurre en una manipulación malintencionada.
He aquí una pequeña selección de falsificaciones: agregados pegados, capas de color sintéticas, laminillas de oro fijadas con masilla o aplicación de barniz de oro, superficies cristalinas pulidas o cristales cultivados. Además, también hay coloraciones, decoloraciones, alteraciones del color mediante irradiación o calentamiento, y muchas más.
También se observan denominaciones minerales conscientemente erróneas y datos de yacimientos que inducen a error.
En caso de sospecha de falsificación, observar con ojo crítico el agregado a la luz diurna y buscar los puntos de unión con una lupa. Muchos adhesivos se pueden detectar bajo una lámpara UV por su tonalidad. Hay que prestar una especial atención a los cristales bonitos que están cubiertos de mica o de polvo de piedra en la zona de adhesión. Con frecuencia, los puntos de unión se tapan con revestimientos sintéticos. En caso de duda, resérvese el derecho de devolución para poder examinar el agregado mineral en casa con toda tranquilidad.
Hace algunos años, se estableció en Alemania la «Verband des Deutschen Mineralien- und Fossilien-Fachhandels DMF e.V.» (Asociación del Comercio Alemán Especializado en Minerales y Fósiles DMF, s.r.) que ha internacionalizado sus siglas y ahora se denomina «Dealers of Minerals and Fossils». Los comerciantes adheridos quieren observar estrictamente las directrices de las bolsas de minerales, ofrecer un elevado nivel de exposición y garantizar a sus clientes «unas piezas de colección bien definidas y bien marcadas así como una elevada calidad a un precio adecuado».
En España existe la «Asociación de Profesionales Naturalistas (APN)» que agrupa a comerciantes especializados en Mineralogía, Paleontología, Malacología y Entomología.

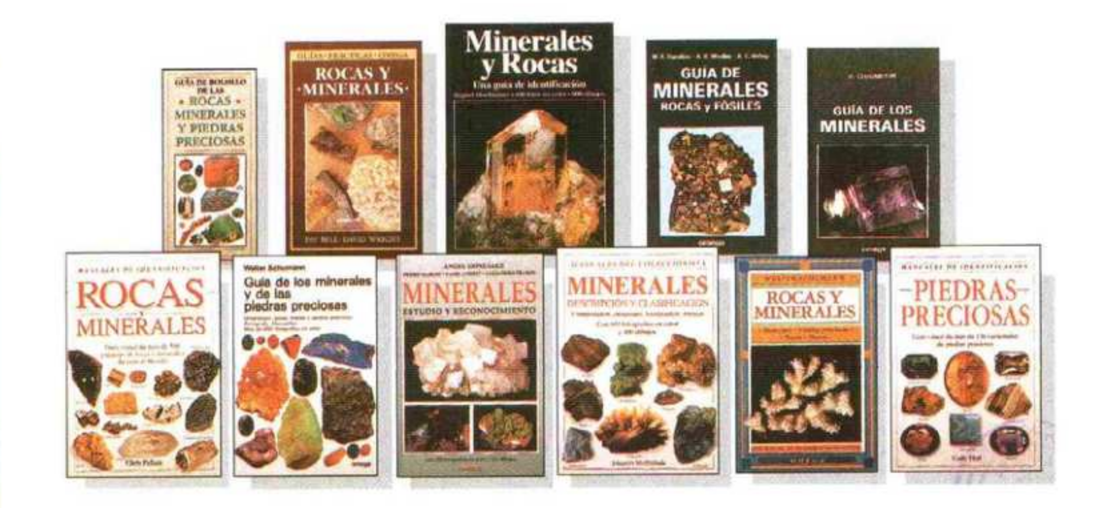
Dónde buscar los minerales

Si bien hasta el momento hemos expuesto las condiciones teóricas para la formación y la presencia de minerales y de sus agregados, a continuación daremos consejos prácticos sobre dónde se pueden encontrar realmente minerales, es decir, sobre dónde hay que buscar.
Además de la exploración personal, el estudio de la bibliografía especializada correspondiente es prácticamente imprescindible para que la búsqueda tenga éxito. Las excursiones bajo dirección técnica facilitan, especialmente a los principiantes, el inicio del trabajo por cuenta propia.

Lugar de hallazgo y yacimiento
Dado que algunos términos sobre la ubicación de los hallazgos se utilizan de forma diversa, vamos a intentar aclarar un poco la situación.
Los términos lugar de hallazgo, yacimiento y zona de hallazgo se utilizan, tanto en el lenguaje común como en el especializado, como gradación pero también yuxtapuestos.
«Lugar de hallazgo» sólo debería emplearse para aquel lugar del que se extrae el material, es decir, una grieta, la orilla de un río, una escombrera, etc.
El término «yacimiento» es más amplio. Hace referencia, por ejemplo, a todas las escombreras de una mina o a una pared rocosa con varias grietas, es decir, con varios lugares de hallazgo.
Por último, cuando hablamos de una «zona de hallazgo» nos estamos refiriendo a una región. Puede tratarse de un valle o de una cadena montañosa, de un paraje cualquiera o de una comarca.

Búsqueda de minerales por la exploración personal

La forma más primitiva de obtener minerales es la búsqueda por cuenta propia, es decir, a través de la exploración personal de yacimientos minerales.
Ello requiere ciertos conocimientos sobre petrografía, geología general, geografía regional y otras disciplinas relacionadas con la mineralogía, pero también una



Los coleccionistas cuentan con una gran variedad de guías de minerales.

buena capacidad de observación y, eventualmente, habilidad para la escalada y una cierta dosis de experiencia (que se va consiguiendo poco a poco).
Con frecuencia, el hablar con los lugareños también sirve de ayuda. Los maestros de primaria que en las pequeñas ciudades o pueblos suelen ser unos buenos exploradores de su tierra, le informarán con mucho gusto.
Las asociaciones de coleccionistas son una gran ayuda en cada uno de los países, provincias o regiones. Las direcciones se pueden obtener de los coleccionistas que residen en esos lugares, de revistas o del listín telefónico.
En cambio, los buscadores de minerales profesionales protegen lo que saben. Es comprensible, ya que se ganan la vida con la búsqueda de minerales o, al menos, se sacan un sobresueldo. Tampoco otros excavadores revelan de buena gana sus lugares de recogida. Ni siquiera después de la total explotación de una grieta se descubre su paradero, ya que podría haber lugares de hallazgo en las proximidades.
A veces, los excavadores proporcionan intencionadamente informaciones erróneas para ponernos sobre la pista equivocada.
Las solicitudes de información sobre yacimientos o cualquier otro tema a instituciones oficiales tales como institutos geológicos nacionales y administraciones de minas, a institutos mineralógicos y a mutuas de accidentes laborales carecen de sentido. Los varios millones de coleccionistas aficionados las sobresaturarían. En cambio, los coleccionistas que se dedican a los minerales a nivel científico pueden recibir ayuda de estas instituciones en cualquier momento.
Los estudios escritos sobre la zona de recogida son indispensables para aquellos que quieran probar suerte por propia iniciativa, al menos en las regiones desconocidas.
Los que posean conocimientos botánicos pueden obtener indicaciones de la vegetación sobre las posibilidades de hallazgo. De hecho, hay plantas que pueden servir de indicación, ya que sólo crecen sobre determinados suelos, por ejemplo sobre suelos arenosos, calcáreos, pobres en cal o, preferentemente, ricos en metales pesados. De esta forma se han podido descubrir antiguas escombreras de minas y ser aprovechadas por coleccionistas.

Búsqueda de minerales con ayuda de la bibliografía

Una buena planificación supone la mitad del éxito en la búsqueda de minerales. Dado que existen guías de yacimientos para muchas regiones, habría que recurrir a ellas para obtener información.

Guías de yacimientos

Los principiantes prefieren aquellos libros sobre yacimientos que describen un lugar de hallazgo a ser posible con una precisión de metros. Los esquemas de rutas

Mapa a escala 1:50 000 con lugares de hallazgo marcados. Las indicaciones de las guías de yacimientos no autorizan a recoger sin más. Tenga en cuenta las normas y las prohibiciones. Extraído de: Hochleitner, R. «Mineralfundstellen, Salzburg, Pinzgau und Salzburger Land». Múnich, 1989.

o los detalles de mapas con los trayectos recomendados facilitan la marcha.

Hay que tener claro que muchas personas interesadas leen estas guías de yacimientos y que, en consecuencia, muchos coleccionistas acuden a los mismos lugares. No se extrañe si estos yacimientos ya han sido registrados antes de visitarlos personalmente.

Por lógica, todas las guías de yacimientos sólo tratan una selección de lugares de hallazgo y yacimientos. En la mayoría de los casos, en otros lugares de la misma zona existen unas posibilidades de hallazgo similares. Como es de suponer, hay que inspeccionar estos lugares personalmente.

Las guías de yacimientos facilitan el trabajo y tienen en cuenta el coleccionismo aficionado, que se ha convertido en un movimiento de masas.

Por otra parte, estos libros son los que provocan migraciones populares con objetivos comunes. Por este motivo, hay quienes rechazan estas guías tan descriptivas.

Todo aquel que haya seguido las indicaciones del libro sobre un yacimiento se habrá dado cuenta de que tal o cual lugar de hallazgo ha dejado de existir. Es algo natural. Las canteras son rellenadas, las escombreras despejadas, los lechos de ríos cubiertos de edificios, las zonas de desprendimientos reforestadas. Las guías de yacimientos no pueden ser actuales en todos los aspectos.

Estas guías también presentan lagunas en las indicaciones legales, ya que los decretos y las normativas para y contra los coleccionistas de minerales (véase también página 164) no sólo son diferentes en cada país sino que pueden variar de un municipio a otro o de un año a otro.

Las guías de yacimientos suprarregionales se cuentan por centenares. En las librerías podrá informarse sobre las guías de yacimientos del mercado, y en las bibliotecas también encontrará obras más antiguas.

Informaciones en revistas

En las revistas especializadas para coleccionistas de minerales hay sugerencias de plena actualidad sobre nuevos yacimientos (debido a su periodicidad). Pero, ¿hasta cuándo?

Dado que el vandalismo de muchos coleccionistas aficionados provoca necesariamente limitaciones de recogida y prohibiciones, los coleccionistas serios exigen cada vez con más fuerza que sólo se mencione la zona (por ejemplo el valle, el macizo montañoso, el distrito administrativo) de los yacimientos recién descubiertos y no el lugar de hallazgo exacto.

De esta forma, se pretende que los coleccionistas carentes de seriedad pierdan las ganas y la posibilidad de actuar. Los que estén verdaderamente interesados ya encontrarán la forma de llegar al lugar de hallazgo, aunque tengan que esforzarse explorando por cuenta propia.

Las revistas ilustradas, las revistas publicitarias y los folletos de viaje también proporcionan buenas informaciones a los coleccionistas de minerales, ya que con la tendencia de las vacaciones activas, la búsqueda de minerales en países extranjeros está adquiriendo importancia.

Informaciones en obras científicas

En los libros científicos sobre mineralogía, que se pueden tomar prestados de las bibliotecas públicas, también se puede encontrar información sobre las posibilidades de recogida. Naturalmente, éstos no contienen esquemas de rutas hasta los lugares de hallazgo. Pero los coleccionistas pueden aprender muchas cosas por ejemplo, de los yacimientos metalíferos y de sus paragénesis.

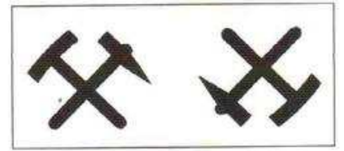
Asimismo, la bibliografía sobre geografía de la región con frecuencia ofrece a los mineralogistas informaciones interesantes, ya sea sobre antiguas minas o sobre explotaciones paisajísticas recientes.

Informaciones en mapas

Los mapas topográficos y geológicos contienen mucha información para los coleccionistas de minerales.

En los mapas topográficos a gran escala (de 1:25 000 a 1:100 000) se pueden localizar canteras, paredes a pico, nichos de erosión en las montañas, cortes de ríos y escombreras.

Los mapas geológicos nombran tipos de rocas, muestran líneas de rotura y divisorias de los complejos rocosos, filones metalíferos y secciones de perfil. En un gran número de hojas de mapas



Símbolos de mina en los mapas.

geológicos hay notas explicativas, a veces incluso con una lista de las posibilidades de hallazgo.
En los mapas topográficos de Alemania, Austria, Italia y Finlandia, las minas se señalan con el símbolo del martillo de minero (más pesado) y el hierro (escoplo con mango). Si está del derecho significa que la mina es activa, y si está del revés que la mina está inactiva.
En España, Francia, los Países Bajos y Suecia, sólo en algunos mapas aparece el símbolo de mina.
En muchos países, el símbolo de mina es totalmente desconocido. En EEUU, por ejemplo, en su lugar se escribe «mine» (mina) en los mapas.
En algunos países hay mapas especiales sobre yacimientos minerales. Así, por ejemplo, distintos mapas de EEUU muestran las zonas de excavación a los buscadores de oro.
Una obra cartográfica de Francia (*Carte des gîtes minéraux de la France*, 1:500 000) compuesta por 8 hojas y un extenso texto complementario proporciona informaciones muy interesantes para los coleccionistas.
En otra obra francesa (*Inventaire minéralogique de la France*), los yacimientos minerales de cada uno de los departamentos se muestran en el mapa Michelin 1:200 000 con numerosos esquemas de situación y una descripción similar a la de los manuales.
Los planos de minas antiguos pueden ser de ayuda si se tiene la intención de entrar en minas abandonadas. Éstos no sólo facilitan la orientación sino que también ofrecen información sobre las posibilidades de extracción.
En las administraciones de minas, en las bibliotecas y, a veces, en los museos, se puede echar un vistazo a estos mapas especiales.
También los municipios, las oficinas de turismo, las asociaciones de salud, las administraciones de distritos rurales e instituciones similares publican de vez en cuando «Mapas de senderos y para los coleccionistas» como reclamo turístico para animar a los amantes de los minerales a visitar la región.

Búsqueda de minerales durante excursiones

Es muy recomendable que los principiantes reciban unas indicaciones prácticas para la recogida en el campo. Ello se consigue a través de las excursiones, es decir, de salidas bajo asesoramiento técnico.
Las universidades populares, las asociaciones de coleccionistas, las asociaciones juveniles, las oficinas de turismo de ciudades y municipios, pero también los particulares, ofrecen excursiones de uno o varios días de duración. En ellas se visitan yacimientos en los que, normalmente, hay objetos dignos de colección. A veces, estas salidas incluyen unos derechos exclusivos interesantes (entrada a minas, excavación en zonas generalmente prohibidas, contacto con buscadores profesionales de minerales). Pero, en estas excursiones hay algo más importante que la obtención de cristales y agregados: las indicaciones de cómo recoger, cómo hay que observar, cuál es el equipo necesario, qué herramienta hay que utilizar y qué bibliografía hay que consultar en un caso específico.
Las excursiones de corta duración dan paso a viajes de recogida a países lejanos. Las asociaciones de coleccionistas y las agencias de viajes organizan viajes en avión a todas las regiones de hallazgo importantes del mundo. A veces es posible combinar unas bonitas vacaciones con unas posibilidades de excavación prometedoras. Normalmente, el asesoramiento técnico está incluido.
Estos viajes de recogida, que en ocasiones conducen a desiertos extremos, montañas solitarias o selvas tropicales, requieren una buena condición física y un equipo adecuado.
Antes de hacer su reserva, infórmese con todo detalle. No todas las ofertas que prometen «vacaciones con piedras» son aceptables para los coleccionistas serios.
Las asociaciones de coleccionistas pueden aconsejarle. Disponen de direcciones para contactar con especialistas que pueden comprobar la seriedad de una oferta.

Limpieza de los minerales

La mayoría de minerales que encontramos tienen barro, arcilla, arena, musgo o líquenes enganchados, están cubiertos de polvo, de capas de óxido o con incrustaciones de otros minerales. Hay que eliminar la «suciedad». Según el objetivo de colección eliminaremos también los revestimientos minerales. Los que buscan cristales puros, eliminan todas las sustancias extrañas. Pero los que buscan piezas típicas dejan las incrustaciones a propósito si son características de los yacimientos, forman parte de una paragénesis o constituyen una peculiaridad.
Normalmente existen dos formas de eliminación de las sustancias extrañas, a saber, la limpieza mecánica y la química.
La limpieza con aparatos y con productos químicos puede ser muy peligrosa. Por este motivo, es necesario extremar las precauciones. Mantener las máquinas y los productos químicos fuera del alcance de los niños.
A fin de marcar con claridad las sustancias peligrosas, existe una serie de símbolos comprensibles para todo el mundo.

Los amantes de los minerales también deberían utilizar estos símbolos para su propia protección y la de los demás.

Limpieza mecánica

Dado que los profanos tienen tendencia a lavarlo todo con agua, también intentarán limpiar los minerales de este modo. Sin embargo, ello puede resultar totalmente erróneo, ya que muchos minerales son solubles en agua o sensibles a este medio de cualquier otro modo.
Si todavía no se ha determinado de qué mineral se trata y, por lo tanto, tampoco se sabe cómo se comporta en el agua, hay que probar su reacción frente al agua con un trozo pequeño.
Generalmente, se empieza por la limpieza en seco.

Limpieza en seco

Los cristales grandes y los agregados estables pueden limpiarse con unos métodos vigorosos.


Perjudicial para la salud


Peligro de explosión


Peligro de incendio


Cáustico

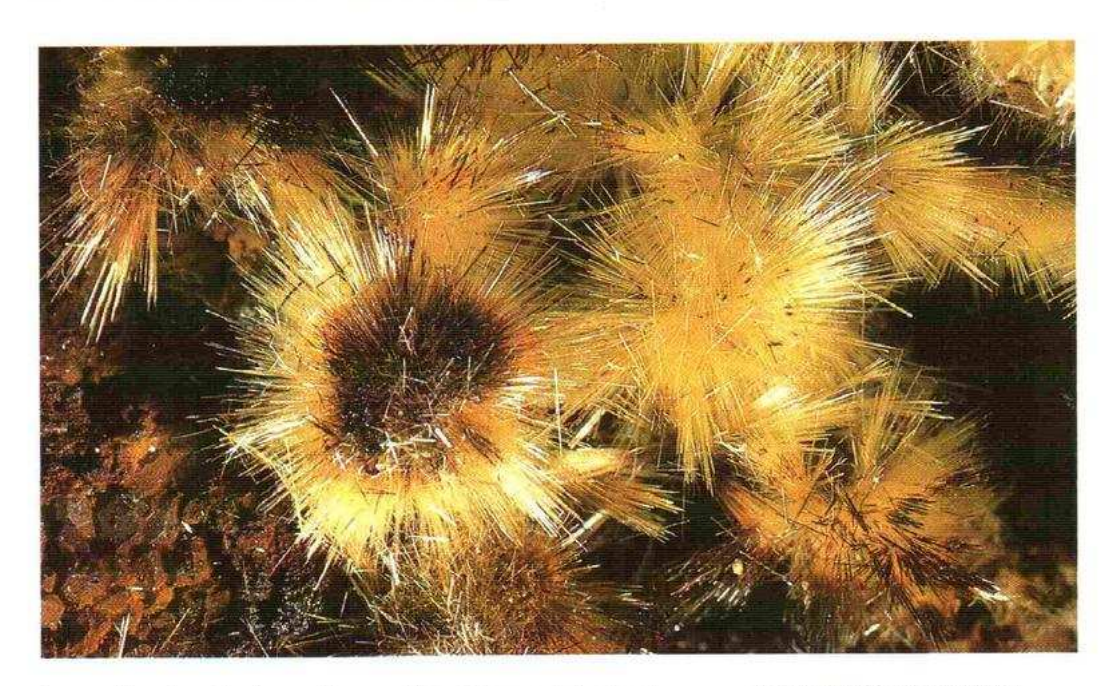

Tóxico


Fácilmente inflamable




Radiactivo

Símbolos de peligro que el coleccionista puede encontrar al manipular productos químicos y otras sustancias peligrosas. Su observación no sólo redunda en su beneficio sino que es una obligación acuciante mantener alejados de los niños todos los focos de peligro.



Los cepillos y los pinceles, en los tamaños y formas más diversos, son el medio más importante para ello.
Asimismo, con frecuencia también son adecuados los cepillos viejos de dientes. Recortando las cerdas se pueden hacer más rígidos y más pertinaces.
Las pinzas, los buriles, las espátulas, las agujas para labores de punto u otras varillas metálicas sólo deben aplicarse donde no puedan arañar nada, es decir, en los minerales con una dureza en la escala de Mohs superior a 6 (véase página 97). Los agregados de cristal de roca y todas las demás variedades de cuarzo toleran los aparatos rascadores metálicos.
En los minerales más blandos, de conformación delicada o los agregados pequeños, a ser posible utilice únicamente buriles de madera o de plástico. Los mondadientes hacen un buen servicio. También son adecuadas las cañas de plumas. En el caso del yeso espático (dureza 2 en la escala de Mohs), sólo hay que utilizar, por ejemplo, cepillos blandos, ya que los duros pueden rayar o deslustrar la superficie.
Normalmente, en los microagregados hay que trabajar con agujas metálicas, ya que se requieren unas puntas muy afiladas para, bajo el microscopio, sacar la suciedad de los angostos ángulos de los agregados. Y estas puntas sólo se pueden conseguir con materiales metálicos.
De todas formas, es necesario tener mucho cuidado al limpiar los microagregados debido al reducido tamaño de los objetos.

En la limpieza de los agregados finísimos hay que tener un especial cuidado y tacto. Agregado de uranofana: Les Bois Noirs/Francia. Siete veces su tamaño natural.

Extracción por soplado de la suciedad La suciedad no adherida situada entre los cristales tiene que ser extraida mediante soplado. El aliento no sirve, ya que, debido a las gotas de saliva, los agregados o microagregados filiformes pueden aglutinarse.
Ello hace que la ayuda mecánica sea con frecuencia necesaria. El polvo ligero se puede retirar con una pera de aire. Los aparatos de aire comprimido como los que se emplean en los trabajos de pulverización en pintura o en los árboles, son bastante adecuados para la limpieza. Los aspiradores de polvo que se pueden conmutar

a soplado de aire también pueden ser útiles. Mediante la utilización de boquillas estrechas (comprimidas) se aumenta la presión del aire y se puede orientar mejor el chorro de aire. Los aparatos de aire a presión sólo deben utilizarse con suma precaución. Los agregados minerales poco firmes podrían resquebrajarse debido a la elevada presión o algunos cristales podrían desprenderse.

El aire comprimido envasado existente en el mercado es un gas neutro cuya presión puede ser regulada mediante un dispositivo de válvulas y que puede utilizarse con fines concretos. La utilización de este «aire» no precisamente barato está del todo justificada en los minerales valiosos o finísimos.

Limpieza con máquinas Las incrustaciones y el polvo de los minerales blandos (por ejemplo, clorita verde) se pueden eliminar cómodamente con un taladro manual de uso doméstico.

¡Precaución!
¡La limpieza con taladros no está exenta de peligro!

Tenga en cuenta las siguientes precauciones de seguridad: fije el taladro. Debido al manejo y a la protección de las esquirlas, es preferible una posición horizontal a un montaje vertical en un soporte de adaptación.

En las máquinas que giran a la derecha, el mango del taladro tiene que estar a la izquierda para que las esquirlas de esmerilado sean transportadas hacia abajo y hacia atrás, lejos del cuerpo.

Como abrasivo lo mejor es utilizar cepillos redondos de alambre de latón (no de alambre de acero).

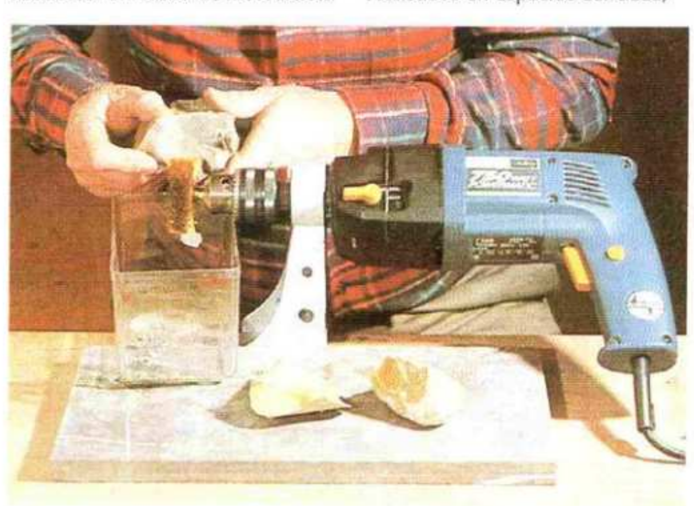
Para la protección de los ojos basta con unas gafas protectoras con cobertura lateral (véase página 161).

Si se utilizan cepillos cónicos, las esquirlas de esmerilado salen despedidas por todos lados. En tal caso, es necesario proteger todo el rostro, ya que los fragmentos de alambre que se desprenden constantemente del cepillo pasan silbando como pequeños proyectiles.

Como protección facial se pueden utilizar mascarillas o viseras abatibles. Un casco de motocicleta viejo puede hacer un buen servicio.

Además, hay que colocar una protección antiesquirlas de madera o plástico alrededor de la cabeza del taladro para que las esquirlas no se esparzan por todas partes. Se pueden reducir los peligros disminuyendo la velocidad de rotación del taladro. En los aparatos eléctricos modernos, la velocidad se puede graduar de forma continua. En los taladros no eléctricos, eventualmente hay que reducir la velocidad de rotación con un reductor de velocidad.

Tan importante como la protección de las esquirlas es la protección contra el polvo. No se trague el polvo abrasivo al respirar. Si trabaja al aire libre, póngase en contra del viento, es decir, con el viento a la espalda o en diagonal. De esta forma, el polvo es transportado lejos del cuerpo. En los trabajos de esmerilado realizados en espacios cerrados,



Los taladros domésticos pueden ser muy útiles en la limpieza de minerales una vez adaptados de forma correspondiente.



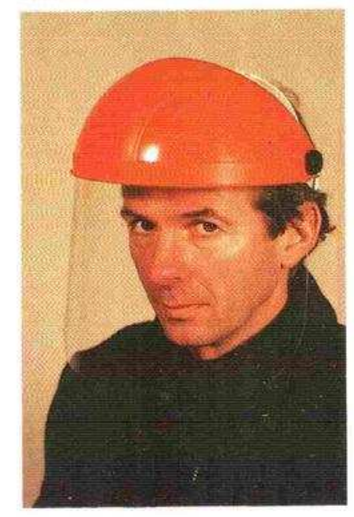
Tenga mucho cuidado al trabajar con cepillos cónicos, ya que las esquirlas de esmerilado salen disparadas por todos lados.

procure que haya una buena ventilación. Si se genera mucho polvo, es imprescindible llevar una mascarilla de respiración. Con un aspirador cuyo tubo esté situado junto a la rueda abrasiva se puede captar una gran cantidad de polvo. Con un taladro y cepillos de latón se puede limpiar y eliminar las incrustaciones de todos los minerales con una dureza según la escala de Mohs superior a $2^{1}/_{2}$. Las superficies cristalinas no resultan rayadas. Naturalmente, los minerales filiformes y frágiles no se pueden limpiar de esta forma.

Limpieza húmeda

En la mayoría de minerales, la limpieza con agua es posible. Ello no les produce ningún daño. El barro y otras impurezas se pueden eliminar con una esponja o un cepillo en el lecho de un arroyo, un cubo de plástico o una palangana. No limpie nunca los minerales directamente en la bañera o en el lavadero, ya que el desagüe podría embozarse.
Si existen partículas secas y sólidas, deje el agregado en remojo en agua. Añádale un detergente de uso corriente. Ello relaja el agua y le permite introducirse en las fisuras más pequeñas.
A continuación, enjuague a conciencia el agregado con agua clara. Utilice agua templada, nunca caliente. No utilice jabón. Con frecuencia, con la ayuda de un chorro de agua potente se pueden eliminar los restos de barro que se encuentran entre los cristales. Una manguera de jardín con una boquilla fina constituye una ayuda rápida.
Un pulverizador o un viejo teléfono de ducha pueden resultar útiles para los agregados pequeños si la suciedad no está demasiado incrustada.
Aún mejor es un pulverizador de alta presión como los que utilizan los jardineros. Los limpiadores de alta presión a los que se puede reducir la presión de trabajo también se pueden emplear para la limpieza de minerales.
Naturalmente, en el caso de los minerales solubles en agua no hay que utilizar agua. En tal caso, quizás sea posible una limpieza húmeda con alcohol, alcohol de quemar, gasolina u otros líquidos. Pruébelos en pequeñas estructuras y, en caso necesario, consulte a un experto.
Algunos minerales no son solubles en agua, pero son tan sensibles al agua que se destiñen o pierden el brillo. Entre éstos cabe destacar, por ejemplo, los minerales sulfurados tales como la calcopirita, la pirita magnética, la marcasita y la pirita.

En los trabajos peligrosos hay que cubrir todo el rostro con una visera.



El secado El secado de minerales húmedos tiene que realizarse con cuidado. Seque los minerales lenta pero ininterrumpidamente.
Primero, deje escurrir los minerales ya limpios sobre papel secante, un papel de periódico o un paño. No los ponga sobre la calefacción ni intente secarlos con un secador de pelo. Asimismo, evite la luz del sol directa. El calor extremo y las grandes oscilaciones de temperatura pueden provocar distensiones en los cristales.

Minerales solubles en agua

Cuando hablamos de solubilidad en agua, nos estamos refiriendo al deterioro de un mineral como consecuencia de cualquier proceso de disolución sin valoración cualitativa o cuantitativa. Así pues,

Minerales solubles en agua
(selección)

Alunógeno	Langbeinita
Arsenolita	Melanterita
Bianchita	Mirabilita
Bischofita	Natrita
Blodita	Nitrobarita
Bórax	Nitrocalcita
Botriógeno	Nitrocalita
Cainita	Nitronatrita
Calcantita	Pickeringita
Carnalita	Polihalita
Copiapita	Romerita
Epsomita	Sasolina
Ettringita	Senarmontita
Gaylusita	Siderotilo
Goslarita	Silvina
Halita	Singenita
Halotriquita	Thenardita
Hanksita	Trona
Hexahidrita	Ulexita
Jarosita	Viliaumita
Kernita	Voltaita
Kieserita	Yeso espático
Krausita	

no nos interesa si la solubilidad se produce deprisa o despacio, de forma ligera o pesada, de forma intensa o sólo residual.
En mineralogía, no existe ninguna normalización sobre la solubilidad de los minerales. Por consiguiente, a veces los datos sobre la solubilidad en agua son diversos. El yeso espático, por ejemplo, normalmente se describe como insoluble en agua, a pesar de que siempre se disuelven hasta 2 g en un litro de agua. A muchas personas, este valor les parece tan insignificante que puede ser desestimado. No obstante, los minerales pueden sufrir daños visibles incluso en los procesos de disolución más insignificantes. Es muy recomendable que el



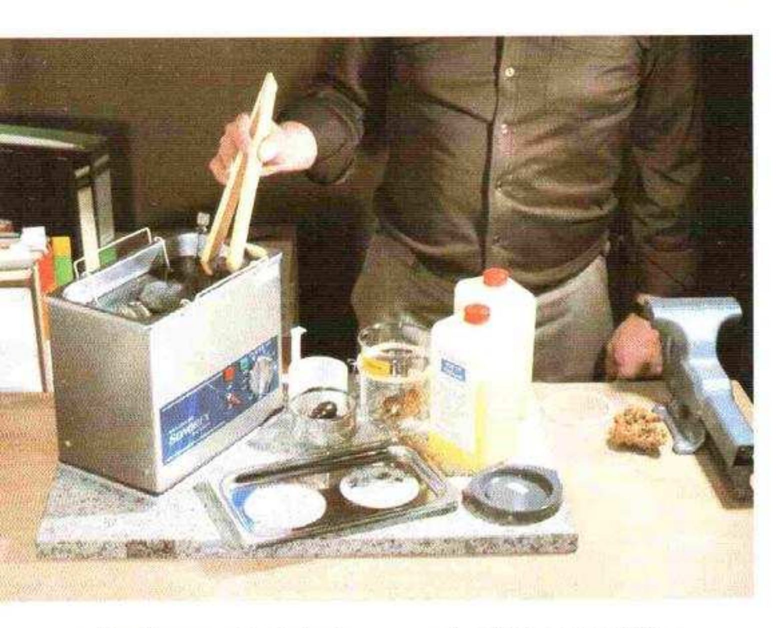
Agregado de silvina; Wathlingen bei Celle, Baja Sajonia/Alemania. Tres veces su tamaño natural.

coleccionista examine la solubilidad en agua de sus piezas en pequeñas partículas si tiene alguna duda.

Limpieza ultrasónica
Un baño ultrasónico permite la limpieza más profunda y respetuosa de muchos minerales. La limpieza por ultrasonidos está especialmente recomendada para los agregados aciculares o los microagregados, en los que resulta difícil limpiar los ángulos angostos, y en los agregados compuestos por minerales de distinta dureza.
Principio El principio de la limpieza ultrasónica es el siguiente: en una palangana de acero fino llena de líquido se generan ondas sonoras no audibles con 20 000-80 000 vibraciones por segundo. Mediante las compresiones así conseguidas y las burbujas de vacío implosionadas, la suciedad adherida a los minerales se desprende muy deprisa, es absorbida por el líquido y depositada en el fondo del recipiente.
Como líquido de limpieza se puede utilizar agua con detergente. Los líquidos especiales recomendados por el comercio son más eficaces.
Los aparatos con calefacción incorporada son de acción más rápida y profunda.

> ¡Precaución!
> ¡No meter las manos en los aparatos de limpieza ultrasónica!

Al introducir la mano en un aparato de ultrasonidos, los vasos sanguíneos más delgados pueden reventarse, y las células tisulares pueden resultar dañadas. Cuando el aparato está en funcionamiento, utilice unas tenazas de madera o de plástico para introducir los objetos.
En los aparatos más grandes y con la ayuda de tamices y cestos de



El baño ultrasónico ofrece la limpieza más profunda y cuidadosa para muchos minerales.

aplicación se pueden tratar los agregados pequeños con cuidado y conocimiento de la energía.

Procedimiento de limpieza Por norma general, la limpieza de los minerales se lleva a cabo en pocos segundos. Repetir el tratamiento en caso de suciedad persistente. Cambiar el agua de lavado. Controlar constantemente si los agregados sufren algún deterioro. No hay que prolongar la radiación ultrasónica más de 1 minuto debido al riesgo de los objetos (al menos en los minerales desconocidos).

Variar la posición de los agregados minerales dentro de la palangana para que las ondas sonoras puedan actuar desde distintos lados.

Mediante la limpieza ultrasónica sólo se eliminan las impurezas adheridas y superpuestas, no los recubrimientos asociados al mineral tales como óxido o incrustaciones minerales.

Mediante la utilización de líquidos de limpieza ácidos en vasos de regulación dentro del recipiente vibratorio también se pueden producir reacciones químicas y los minerales pueden ser desoxidados (reducidos).

Minerales con riesgo No todos los minerales soportan el tratamiento de ultrasonidos. Los cristales con fisuras o pegados así como los minerales con inclusiones o fisuras delgadas podrían romperse. Los agregados de fibras muy finas (por ejemplo, fieltros de amianto) corren un gran riesgo, ya que las fibras se parten con facilidad. Se desprenden gotas de mercurio, que sólo permanecen adheridas a la roca madre debido a la tensión superficial. Finalmente, otros minerales no soportan los baños de ultrasonidos debido a su estructura interna, ya que se romperían en pedazos. Naturalmente, los minerales sensibles al agua no pueden limpiarse con agua en el baño de ultrasonidos.

Precios Un aparato de limpieza ultrasónico de 0,5 l de capacidad (recipiente de unos 8 × 9 cm) cuesta a partir de 25 000 pesetas. Los aparatos de mayor tamaño de 2,5 l (recipiente de 24 × 14 × 10 cm) y con calefacción cuestan más de 85 000 pesetas.

Algunas asociaciones de coleccionistas ofrecen a sus socios y simpatizantes aparatos de ultrasonidos para su uso común.

Minerales en riesgo por los ultrasonidos (selección)

Amatista	Eritrina
Ámbar	Esmeralda
Apjohnita	Fluorita
Atacamita	Hiddenita
Auricalcita	Jamesonita
Autunita	Kunzita
Azufre	Melita
Barita	Mesolita
Bischofita	Millerita
Boulangerita	Mimetesita
Calcedonia	Okenita
Celestina	Ópalo
Cianita	Oropimente
Cinabrio	Phillipsita
Citrino	Rejalgar
Colemanita	Rutilo
Crisoberilo	Schoenita
Crocoita	Tanzanita
Cuarzo rosado	Titanita
Diamante	Topacio
Dioptasa	Valentinita

Limpieza química

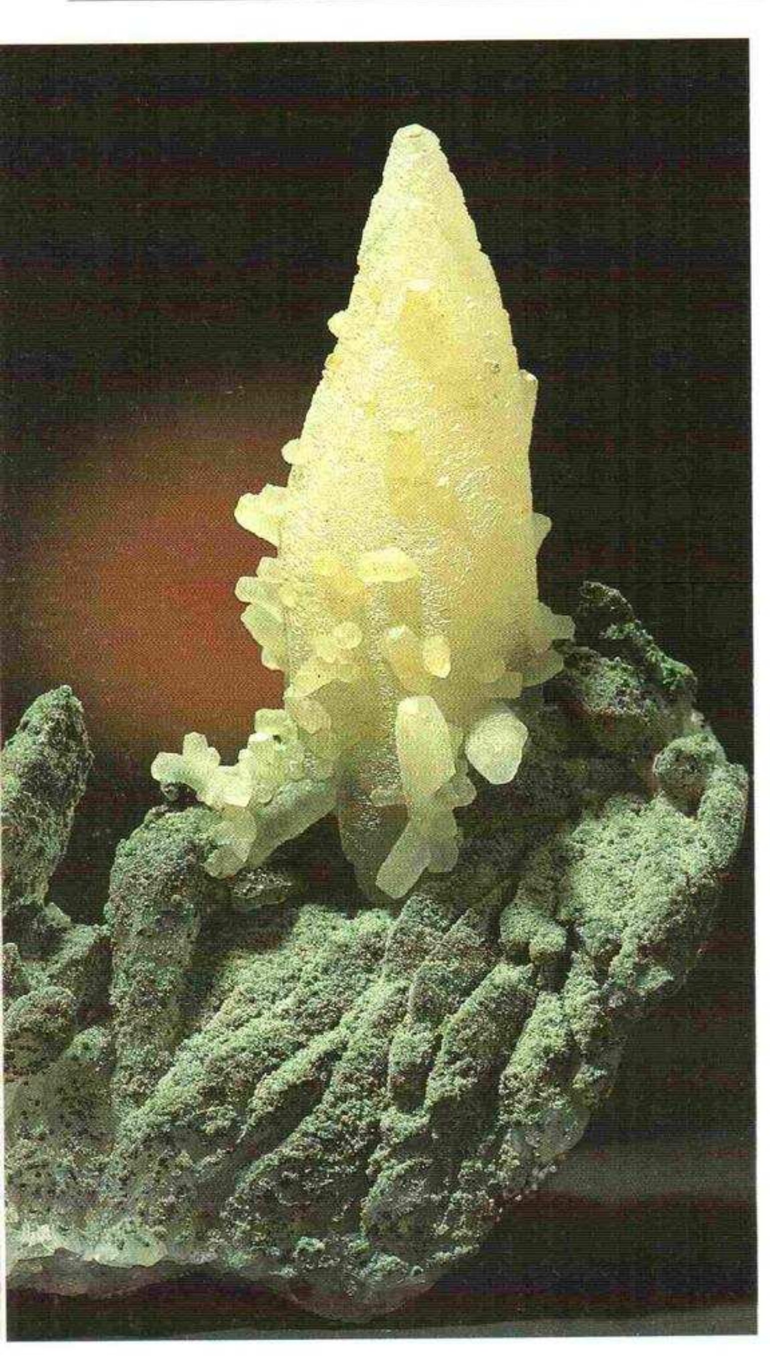
Allí donde la limpieza mecánica fracasa o donde ésta no es de ningún modo posible, por norma general se emplea la limpieza química.
Las siguientes explicaciones deben ayudar a limpiar minerales con agentes químicos incluso a aquellas personas que no entienden nada o muy poco de química.
Únicamente vamos a explicar los métodos más habituales de limpieza química. Los coleccionistas experimentados encontrarán una información más amplia en libros y revistas especializados.
Seguramente, los especialistas y los coleccionistas aficionados más avanzados también encontrarán datos de interés en las tablas sobre la sensibilidad de algunos minerales frente a los ácidos y otros productos químicos de las páginas 93 y 112.

¡Atención!
¡Muchos productos químicos son peligrosos y perjudiciales para la salud!

Cuando utilice productos químicos, tenga muchísimo cuidado y ponga toda la atención necesaria. Los chicos y chicas menores de 14 años no deben comprar, transportar ni utilizar ningún agente químico perjudicial para la salud. Al principio, los jóvenes tienen que llevar a cabo la limpieza química de minerales únicamente bajo la vigilancia de un coleccionista experto o de una persona que entienda de química.
Instrumental Es imprescindible llevar guantes en todos los trabajos químicos, pero sólo aquellos que sigan siendo antideslizantes aun mojados. Hay guantes de goma baratos que al utilizar agua se vuelven tan resbaladizos que todos los objetos lisos se caen de la mano, especialmente el vidrio y el plástico. Asimismo, es muy aconsejable un delantal de goma como protección de la ropa.
Durante la utilización de ácidos, use únicamente recipientes de plástico o de vidrio, nunca de metal. Los cubos y las palanganas de plástico son mucho más prácticos para la limpieza de minerales. Son blandos y, por lo tanto, no ponen en peligro las piezas delicadas; además, son baratos. Para colocar y retirar los objetos a limpiar de las soluciones químicas, utilice unas tenazas de plástico (en caso necesario de madera), sin nada de metal. Estas tenazas se pueden adquirir en las tiendas dedicadas al menaje.



Instrumentos, productos químicos y otros materiales para la limpieza química de minerales.



Calcita sobre un fragmento cubierto de clorita de una drusa de amatista; Rio Grande do Sul/Brasil. Tamaño natural.

Ensayos previos Si se desconoce la composición de un agregado o las reacciones químicas de los minerales de ensayo, primero hay que averiguar el comportamiento químico con un pequeño trozo de prueba. Si no se dispone de un fragmento de prueba de este tipo, hay que realizar la prueba en un lugar poco visible del mineral o del agregado. Tenga siempre a mano agua para poder interrumpir el proceso mediante un enjuagado intenso en el caso de que se produzca una reacción indeseada, es decir, en caso de riesgo de deterioro del objeto de prueba.

¡Atención!
¡Para diluir un ácido, vierta siempre el ácido en el agua y no a la inversa!

Primero el agua y después el ácido, o si no ocurrirá algo horrible. No olvide las últimas palabras, «ocurrirá algo horrible», a saber, una generación de calor similar a una explosión. Por este motivo, lo mejor es comprar ácidos ya diluidos.

Manipulación cuidadosa Todos los productos químicos, que pueden ser de algún modo peligrosos si se manipulan de forma inadecuada, deben permanecer siempre bajo llave, fuera del alcance de los niños y

marcados claramente como perjudiciales para la salud o tóxicos.
No haga ningún experimento incontrolado con productos químicos durante la limpieza de los minerales. Pregunte a un especialista o consulte la bibliografía correspondiente.
Lleve a cabo el secado de los minerales tratados químicamente y enjuagados con agua tal y como se describe en el apartado «Limpieza húmeda» en la página 86.
No vierta las soluciones químicas empleadas así como los restos químicos por el desagüe o en la tierra sino que debe llevarlos al centro de recogida de residuos tóxicos o al comercio especializado, para su evacuación.
Minerales con riesgo Algunos minerales o agregados minerales tienen que limpiarse con mucho cuidado, y otros no pueden ser sometidos a una limpieza química porque podrían resultar dañados o, incluso, desintegrarse. Existe toda una serie de minerales especialmente sensibles a los ácidos (véanse páginas 93 y 112). Ello no siempre comporta la disolución de todo el mineral. A veces, la superficie sólo resulta ligeramente corroída o deslustrada.

Eliminación de óxido y de negro de hierro

Todas las coloraciones provocadas por el hierro, a saber, el óxido y los revestimientos entre marrones y negros, pueden ser eliminadas con ácido oxálico o ditionito de sodio, como por ejemplo los sedimentos limoníticos que se presentan con frecuencia en la pirita y la marcasita.

Limpieza con ácido oxálico
El ácido oxálico es más rápido pero más peligroso que el ditionito de sodio.

> ¡Precaución!
> ¡El ácido oxálico es extremadamente tóxico!

El ácido oxálico se puede adquirir en forma de polvo blanco en las tiendas de productos químicos. Verter 10 g en 100 cm^3 de agua destilada, con lo que se obtiene una solución al 10 %. En agua fría, el polvo tarda en disolverse, pero en agua caliente se disuelve con relativa rapidez. Sumergir el objeto en esta solución hasta que el revestimiento de color haya desaparecido. En caso necesario, renovar varias veces la solución, que adquiere progresivamente un tono amarillo sucio debido al enlace del hierro.
La limpieza puede durar varias horas o incluso días. Después, mantener el agregado ya limpio en agua con un poco de detergente común durante un periodo de tiempo prolongado para eliminar los restos de color de la solución de los resquicios más pequeños. A continuación, enjuagar enérgicamente bajo el grifo.
Asimismo, lavar con agua todos los materiales que hayan entrado en contacto con el ácido oxálico (cubo, tenazas, guantes).

Limpieza con ditionito de sodio
Siempre que el agregado cristalino contenga calcita, que debe mantenerse en buenas condiciones, no se puede llevar a cabo una limpieza con ácido oxálico. En su lugar, hay que utilizar ditionito de sodio.
En general, el ditionito de sodio es preferible al ácido oxálico porque no es tóxico ni peligroso. No obstante, los procesos de desoxidación (reducciones) duran mucho más. Es preferible esperar si queremos reducir los peligros.
El ditionito de sodio se vende en las tiendas de productos químicos. Basta con 10 g en 500 cm^3 ($^1/_2$ l) de agua. A continuación, proceder del mismo modo que en la limpieza con ácido oxálico.

Eliminación de componentes orgánicos

Los componentes orgánicos (algas, líquenes, musgos, raicillas) que se han secado sobre los minerales y han penetrado en las rendijas más diminutas se pueden eliminar con agua de Javel o con amoniaco líquido.

Limpieza con agua de Javel
El agua de Javel concentrada (Eau de Javelle = hipoclorito potásico) sólo se puede adquirir en las tiendas de productos químicos. Para nuestros propósitos de limpieza de minerales, hay que diluirla a partes iguales con agua, es decir, en proporción 1:1. Los minerales deben permanecer en esta solución en algunos casos durante varios días dependiendo de la «vegetación». Los restos vegetales se desprenden por completo.
Durante los trabajos con agua de Javel hay que llevar guantes de goma y gafas protectoras. Enjuagar

enérgicamente con agua cualquier salpicadura sobre la piel o la ropa. En caso de contacto con los ojos, aclarar inmediatamente con agua abundante y acudir al médico en todos los casos.
Trabajar únicamente al aire libre o con las ventanas abiertas de par en par, ya que siempre se desprende algo de gas cloro tóxico.

Limpieza con amoníaco líquido
El amoniaco líquido (agua amoniacal) se puede encontrar en cualquier droguería o supermercado.
En estado concentrado tiene un contenido del 35 %. Nosotros lo diluimos en una proporción 2:1, es decir, 2 partes de amoníaco líquido y 1 parte de agua. Después de unos días en esta solución, los componentes orgánicos se han transformado en una masa viscosa que se puede eliminar fácilmente con un cepillo bajo chorro de agua. Aclarar con agua limpia.
El método de limpieza con amoníaco sólo debe aplicarse al aire libre o con las ventanas abiertas. Llevar guantes de goma y gafas protectoras. No inspirar los vapores de amoníaco, de olor intenso y penetrante. Limpiar con agua las salpicaduras sobre la piel y la ropa.
Debido al fuerte olor, es recomendable utilizar recipientes cerrados (con tapa) durante la limpieza.


Para la limpieza de plata en un baño de inmersión es conveniente utilizar cestas de inmersión.

Eliminación de incrustaciones calcáreas
La cal se puede eliminar con ácido clorhídrico o acético. El ácido clorhídrico es de acción más rápida pero es más peligroso.

Limpieza con ácido clorhídrico
Los vapores que desprende el ácido clorhídrico concentrado (fumante) (al 36 %) son muy tóxicos. No inspirar. Trabajar únicamente al aire libre o junto a una ventana abierta de par en par.

¡Precaución!
¡El ácido clorhídrico es tóxico y cáustico!

Llevar siempre guantes y delantal de goma y gafas protectoras con cobertura lateral. Enjuagar inmediatamente con agua abundante las salpicaduras sobre la piel o la ropa.
Normalmente, no es necesario ácido clorhídrico concentrado para eliminar la cal. Basta con ácido clorhídrico diluido a más o menos el 5-10 %. Éste se puede comprar o fabricar a partir de ácido clorhídrico concentrado. Aunque sea diluido también exige mucho cuidado y precaución. Aclarar inmediatamente con agua las salpicaduras sobre la piel o la ropa, ya que, dado que al secarse la mancha de ácido clorhídrico el agua se evapora, el resto de la solución todavía se concentra más. Como consecuencia se produce una corrosión tardía.
La duración de la limpieza con ácido clorhídrico depende de la concentración de la solución y de las incrustaciones calcáreas. Puede durar varios días. Después, aclarar el agregado mineral durante varios minutos bajo chorro de agua.
La acción del ácido clorhídrico se reconoce por la efervescencia del líquido.

Limpieza con ácido acético
El ácido acético disuelve la cal más despacio que el ácido

anhídrico pero es menos peligroso.
Lo que compramos en las tiendas de alimentación es esencia de vinagre con un 60-80 % de ácido acético. La esencia tiene un olor penetrante y es tóxica. Basta con una solución al 20 %.
Dependiendo de la intensidad de la calcificación, las piedras deben permanecer uno o varios días en la solución acética. Después, enjuagar con agua.

Eliminación de negro de plata

Con el paso del tiempo, todos los agregados de plata se vuelven negros, se oxidan. En las tiendas que venden artículos de plata hay soluciones limpiadoras para la plata. Estas soluciones son adecuadas para la limpieza de agregados minerales argentíferos. Son recomendables los envases de disolventes con una cestita en la que se puede colocar el mineral. Después, enjuagar bien con agua.
La mayoría de estos limpiadores huelen mucho a huevos podridos. Por consiguiente, a ser posible hay que trabajar al aire libre o con las ventanas abiertas.
Muchos de los baños para plata del mercado también contienen una protección de pavonado. Preste atención a las instrucciones de uso que acompañan a los baños para plata.
Asimismo, una solución de amoniaco al 5 % puede restablecer el brillo argentífero original.
Tomar las precauciones descritas en la página 89.

Minerales sensibles a los productos químicos (selección)
(según E. Sury y otros autores)

	Ácido oxálico	Ácido clorhídrico	Ácido acético	Amoniaco líquido
Adamita	×	×	×	
Alunógeno	×	×	×	×
Anglesita		×		×
Anhidrita espática		×		×
Apatito	×	×		
Aragonito	×	×	×	
Argentita		×		×
Auricalcita	×	×	×	×
Azurita	×	×	×	×
Bórax	×	×	×	×
Bornita		×		×
Cainita	×	×	×	×
Calcita	×	×	×	
Carnalita	×	×	×	×
Cerusita		×	×	
Cloantita		×		×
Cobre		×		×
Covellina		×		×
Crocoíta		×		×
Cuprita		×		×
Estroncianita	×	×	×	
Fosgenita	×	×	×	
Halita	×	×	×	×
Kernita	×	×	×	×
Kieserita	×	×	×	×
Linarita		×		×
Magnesita	×	×	×	
Malaquita	×	×	×	×
Motramita		×		×
Olivenita	×	×		×
Rodocrosita	×	×	×	
Scheelita		×		×
Senarmontita	×	×	×	×
Serpierita		×		×
Siderita	×	×	×	
Silvina	×	×	×	×
Smithsonita	×	×	×	×
Sosa	×	×	×	×
Tenorita		×		×
Thenardita	×	×	×	×
Turquesa		×		×
Ulexita	×	×	×	×
Variscita	×	×	×	×
Witherita	×	×	×	
Yeso espático	×	×	×	×

Identificación de los minerales

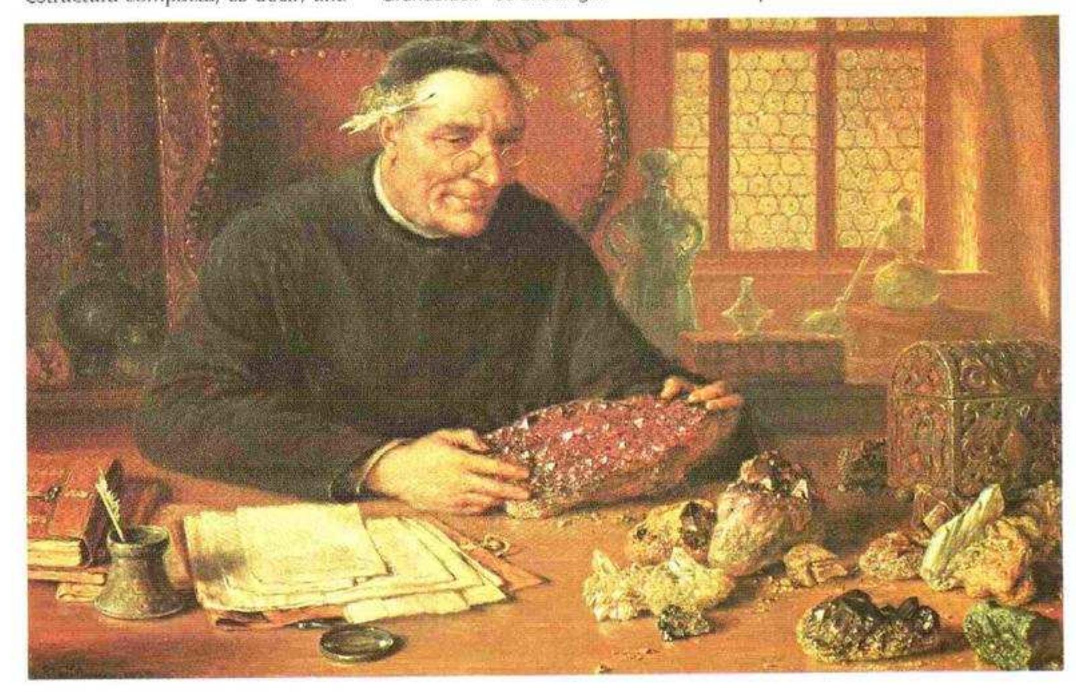
Nadie puede identificar con toda seguridad cientos de minerales (más varios miles de variedades) a simple vista. Sin embargo, los especialistas conocen algunas herramientas para determinar los minerales. El reconocimiento de minerales no es tan sencillo, ya que las formas cristalinas no se han desarrollado en absoluto de forma ideal. A menudo están deformadas, incrustadas entre sí, recubiertas de otros materiales o incluso rotas.

Frecuentemente, los minerales no presentan ninguna forma cristalográfica sino tan sólo una estructura compacta, es decir, una forma sin delimitación regular de superficies.

Desgraciadamente, en mineralogía no existe ningún sistema de clasificación que permita un reconocimiento por las características externas como en botánica, ya que las formas de aparición (incluso del mismo tipo de mineral) son muy variadas. Normalmente, con los así llamados libros de clasificación sólo se pueden reconocer los minerales más frecuentes. Estos libros ayudan más que nada a utilizar cada método de determinación y a interpretar los rasgos distintivos.

La herramienta más importante para la identificación de los minerales es la experiencia. Ningún libro ni ningún programa de ordenador puede sustituirla y, en el mejor de los casos, sólo complementarla. El objetivo de todo coleccionista serio debe ser la consolidación de esta experiencia. Las conversaciones con mineralogistas aficionados expertos, las visitas a exposiciones de minerales,

«El coleccionista de minerales.» Cuadro de Eduard v. Grützner (1846-1925). Extraído de «Eduard v. Grützner, ein Genremaler der Gründerzeit» de L. Balogh.



museos y colecciones así como los cursos sobre determinación de minerales, refuerzan la capacidad de reconocer las regularidades específicas importantes para la identificación de un mineral.
En la búsqueda de minerales, antes de emprender el trabajo de campo habría que estudiar la mayor bibliografía posible para saber qué minerales cabe esperar en un lugar o en una región determinadas. De esta forma, en el momento de identificar un mineral ya se dispone de un cierto punto de partida, de una sospecha de qué mineral podría ser tal o cual objeto hallado. Así se puede aspirar a la determinación del mineral de forma encauzada. El círculo de los minerales posibles se estrecha considerablemente.
Si no se tiene la más mínima sospecha sobre la identidad del mineral desconocido, el coleccionista inexperto lo tiene muy difícil para su identificación. En tal caso, alguna buena persona de una asociación de coleccionistas o una persona cualificada de un puesto de determinación en una de las muchas bolsas de minerales puede ser de ayuda.
Primero hay que intentar determinar los minerales por sus características externas, como el color, la dureza, la densidad y el brillo. Pero también pueden ser de ayuda la exfoliación, la fractura, el magnetismo, la radiactividad o la fluorescencia, así como el aspecto de los cristales. Sin embargo, con frecuencia son los análisis químicos los que proporcionan la información definitiva sobre el material desconocido.
En efecto, a veces hay que recurrir incluso a microsondas, métodos espectroscópicos, microscopios electrónicos reticulados y aparatos radiográficos. Pero esto sólo incumbe a los especialistas.
Con cada característica que descubrimos de un mineral, se estrecha el círculo de los minerales que entran en consideración, ya que todos los demás minerales quedan excluidos por no poseer las características identificadas.
Con los parámetros obtenidos, probablemente se podrá identificar el mineral extraño en base a libros de clasificación o con la ayuda de libros científicos específicos sobre mineralogía.
Si es necesario, hay que hojear muchas páginas para encontrar la descripción adecuada (y, por lo tanto, el mineral que buscamos), ya que el círculo de minerales que entran en consideración sólo se ha abarcado numéricamente y no por el nombre.
Las piedras preciosas talladas requieren unos métodos de examen distintos a los del resto de minerales. La utilización de aparatos ópticos de medida ocupa un puesto destacado. Existen cursos especiales con este propósito.
Los joyeros, los comerciantes de piedras preciosas y otras personas interesadas pueden acudir a estos cursos de formación sobre la identificación de piedras preciosas que realizan, entre otros, el Instituto Gemológico Español de Madrid, la Asociación Española de Gemología de Barcelona o la Asociación Gemológica y Mineralógica Vasca de Vitoria.

Identificación por las características externas

Aparte de los métodos puramente físicos, a continuación vamos a exponer algunos exámenes químico-físicos.
El orden de los distintos exámenes para la determinación de minerales no tiene que ser necesariamente el indicado, sino que puede cambiar dependiendo del caso en la práctica.
Es recomendable empezar por aquellos exámenes relativamente fáciles de llevar a cabo y cuyo resultado no deja lugar a dudas. Éstos son, principalmente, el color, la dureza y la densidad.

Color

Muy pocos minerales tienen un único color característico, como la malaquita, que siempre es verde, el cinabrio rojo, la azurita azul, el azufre amarillo, la dioptasa de color verde esmeralda o la galena gris.
La mayoría de los minerales aparecen en distintos colores, algunos incluso en todos los colores del espectro. Por consiguiente, el aspecto cromático externo muy pocas veces sirve de ayuda para el reconocimiento de minerales. En cambio, el color de la raya sí que es importante.
Color de la raya El color de la raya, o simplemente raya, es un medio objetivo de determinación de los minerales.
Mientras que la coloración visible de un mineral (incluidas sus variedades) generalmente está provocada por pequeños vestigios de material extraño o por alteraciones de la red cristalina, y,

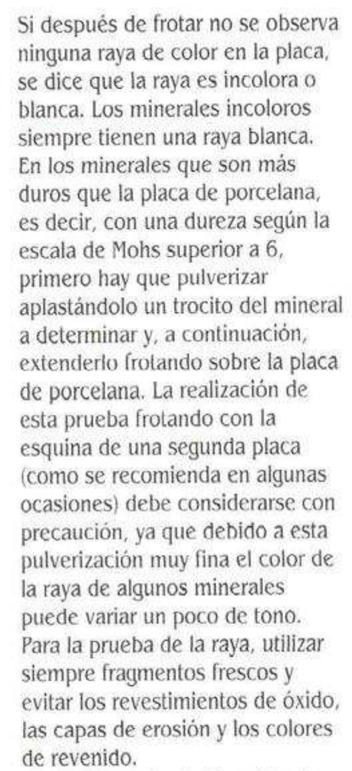
por lo tanto, presenta un color extraño, el color de la raya refleja el color propio siempre igual, único y constante del tipo de mineral. En el caso de la fluorita, por ejemplo, el color de la raya siempre es blanco, tanto si externamente es amarilla, azul, verde o negra.

Para obtener el color de la raya, hay que frotar con una esquina de la muestra sobre una placa de porcelana. En caso necesario, se puede utilizar como superficie de fricción el borde inferior no vidriado de un vaso de porcelana, un florero o la superficie de un fusible eléctrico, así como la parte posterior blanca de un azulejo. Las pruebas de minerales pequeños se pueden deslizar sobre la placa de porcelana con la ayuda de un palillo de madera.



Prueba de la raya sobre una placa de porcelana.

Al frotar el mineral sobre la placa de porcelana, algunas veces aparece una raya de color y polvorienta. Los granos de polvo de esta raya actúan como laminillas transparentes finísimas y abstraen la coloración ajena del mineral.



Si después de frotar no se observa ninguna raya de color en la placa, se dice que la raya es incolora o blanca. Los minerales incoloros siempre tienen una raya blanca.

En los minerales que son más duros que la placa de porcelana, es decir, con una dureza según la escala de Mohs superior a 6, primero hay que pulverizar aplastándolo un trocito del mineral a determinar y, a continuación, extenderlo frotando sobre la placa de porcelana. La realización de esta prueba frotando con la esquina de una segunda placa (como se recomienda en algunas ocasiones) debe considerarse con precaución, ya que debido a esta pulverización muy fina el color de la raya de algunos minerales puede variar un poco de tono.

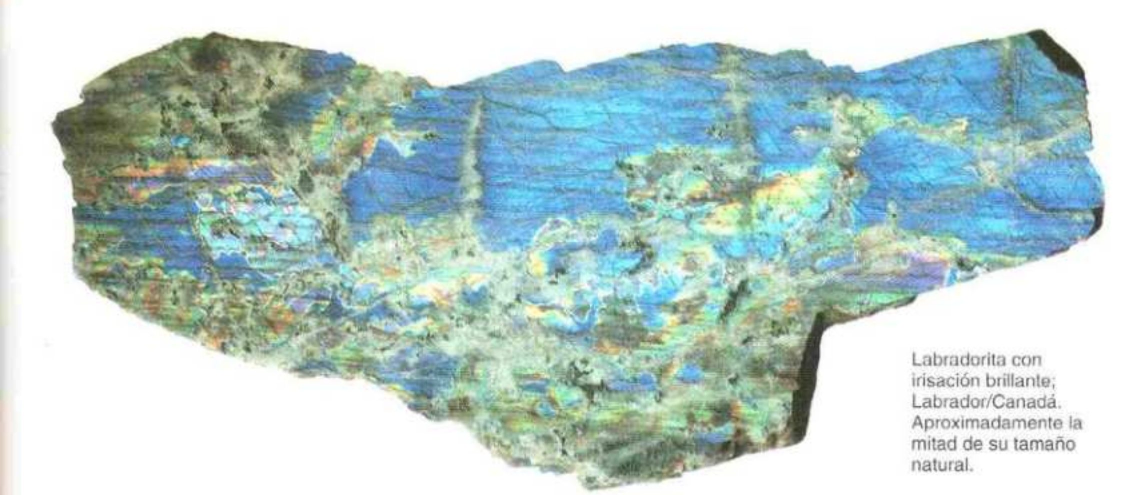
Para la prueba de la raya, utilizar siempre fragmentos frescos y evitar los revestimientos de óxido, las capas de erosión y los colores de revenido.

En los libros de clasificación de minerales y en la mayoría de obras científicas, los colores de la raya se mencionan al describir los minerales.

En las tiendas especializadas en el comercio de minerales se encuentran placas de porcelana (de 5 × 5 a 5 × 8 cm). Cuestan lo mismo que un bolígrafo barato. Las placas llenas de rayas o de borrones se pueden limpiar con una goma de borrar.



Colores de raya sobre una placa de porcelana. Línea superior desde la izquierda: oropimente, pirita, cinabrio. Línea inferior: hematites, azurita, malaquita.



Labradorita con irisación brillante; Labrador/Canadá. Aproximadamente la mitad de su tamaño natural.

Pleocroísmo En algunos minerales transparentes, los colores y la intensidad de los mismos varían en diferentes direcciones. Ello se debe a una absorción irregular de la luz de los cristales de doble refracción.

Cuando aparecen dos colores predominantes se habla de dicroísmo, cuando son tres de tricroísmo o pleocroísmo. Este término también se emplea para designar ambos tipos de policromia afines.

El pleocroismo puede ser débil, marcado o intenso. La andalucita, la cordierita, la malaquita y la tanzanita, por ejemplo, presentan un pleocroísmo intenso. La turmalina muestra un pleocroísmo entre marcado e intenso dependiendo del color. En el caso de la aguamarina, la azurita, la rodonita y la escapolita, el pleocroismo es marcado. En cambio, en el diópsido, la euclasa, el peridoto y la turquesa el pleocroismo es débil.

Superficies tornasoladas y figuras luminosas En algunos minerales hay irisaciones superficiales y figuras luminosas estriadas. Éstas no dependen del color propio, de impurezas ni de la composición química. La causa reside más bien en fenómenos de reflexión, de interferencia y de difracción de la luz:

Adularización Irisación azulada de aparición superficial, como en la piedra de luna, una variedad de la adularia (un feldespato de ortoclasa).

Aventurización Irisación policroma de reflejos brillantes en laminillas o agujas incrustadas sobre fondo normalmente opaco, por ejemplo como en el feldespato de aventurina y el cuarzo aventurina.

Efecto de ojo de gato Fenómeno luminoso estriado que recuerda al ojo rasgado de un gato. Se produce por reflexión de la luz sobre las fibras, agujas o cavidades dispuestas en paralelo. Muy impresionante en superficies de piedra pulidas y redondeadas, por ejemplo en el ojo de tigre o la piedra de luna.

Labradorización Irisación con tonos de brillo metálico, como en la labradorita (una variedad de feldespato).

Opalescencia Aspecto de color azulado lechoso o similar al brillo de perla del ópalo común.

Opalización Irisación con manchas de color del ópalo noble.

Dureza

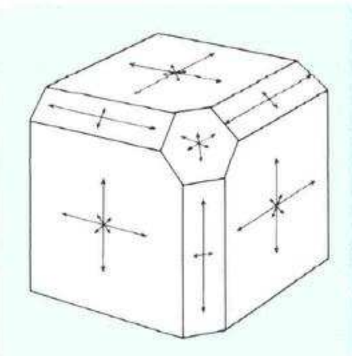
En el mundo especializado existen distintas durezas y diversas técnicas para comprobar la dureza. Los coleccionistas de minerales siempre entienden por dureza de un mineral la denominada dureza de rayado, también llamada dureza de Mohs.

Dureza de Mohs La dureza de Mohs o de rayado es la resistencia que ofrece un mineral a ser rayado por un material afilado.

El concepto de dureza de rayado lo introdujo hace más de 150 años

el mineralogista vienés Friedrich Mohs (1773-1839) al crear una escala comparativa (escala de dureza de Mohs) formada por 10 minerales de distinta dureza y sigue siendo válida en todo el mundo.
El número 1 es el grado más blando y el número 10 el más duro. Los minerales de los grados intermedios rayan el mineral de menor dureza y son rayados por el inmediatamente superior. Los minerales de la misma dureza no se rayan entre sí.
En la práctica los grados de dureza se dividen en medios grados.
Todos los minerales que conocemos hoy en día están incluidos en esta escala de dureza de Mohs. En todos los libros de minerales se menciona la dureza de Mohs (o simplemente dureza) al describir los minerales.
Los minerales de dureza 1 y 2 se consideran blandos, los de dureza de 3 a 5 semiduros y los de dureza superior a 6 son duros.

Antes, en los minerales de dureza 8-10 se hablaba de dureza de gema. Actualmente, este concepto no es aceptado, ya que hay gemas valiosas que no alcanzan la dureza de Mohs 8.
La dureza de los minerales no es igual en todas las superficies cristalinas. Sin embargo, en general las diferencias son tan pequeñas que el coleccionista no tiene porqué reparar en ellas.
No obstante, si las diferencias son considerables hay que tenerlas en cuenta.
En la cianita, por ejemplo, la dureza de Mohs en dirección vertical de los cristales pedunculados es de 4 a $4^1/_2$, mientras que perpendicular a ésta, la dureza es de 6 a 7.
Este hecho de la diferencia de dureza en el mismo cristal permite tallar diamantes con diamantes, ya que los minerales de la misma dureza no se rayan ni se tallan entre sí. Por consiguiente, el diamante, el mineral más duro que hay, sólo se puede tallar con polvo de diamante, ya que presenta diferencias de dureza considerables en cada una de sus caras y, además, en distintas direcciones (figura superior). Según la probabilidad estadística, el polvo de diamante siempre contiene fragmentos muy duros y, por lo

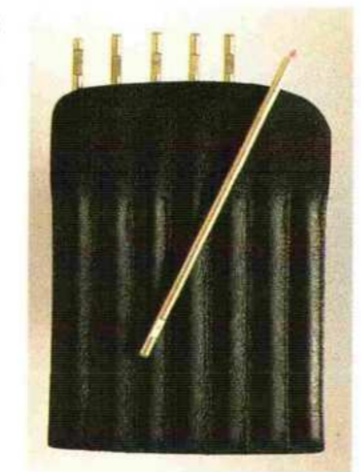


Representación de las diferencias de dureza del diamante en las distintas superficies cristalinas. Cuanto más corta es la flecha, tanto mayor es la dureza de rayado en esa dirección (según E. M. y J. Wilks).

Escalas de dureza relativa y absoluta

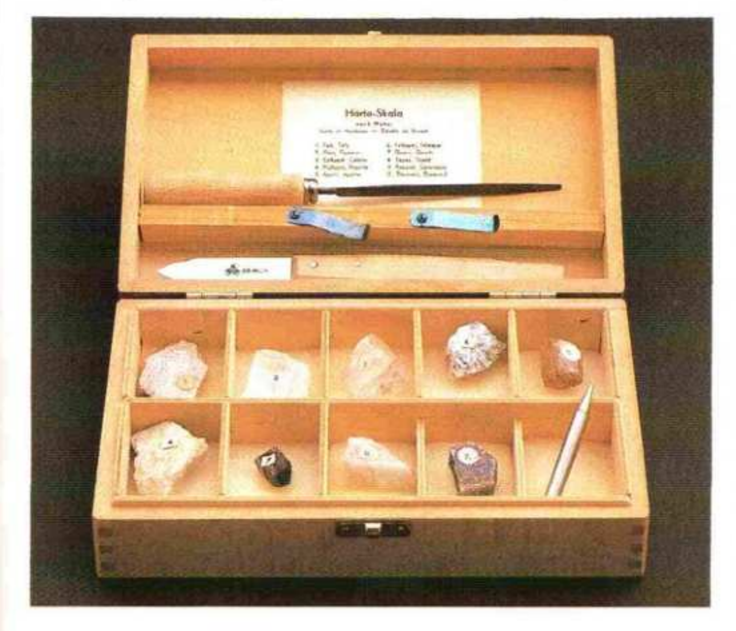
Dureza relativa			Dureza absoluta	
Dureza de rayado	Mineral comparativo	Instrumento sencillo de comprobación de la dureza	Dureza al pulido	Dureza de penetración
1	Talco	se raya sólo rozando con la uña	0,03	2
2	Yeso espático	se raya con la uña	1,25	35
3	Calcita	se raya con una moneda de cobre	4,5	172
4	Fluorita	se raya sólo rozando con una navaja	5,0	248
5	Apatito	se raya con una navaja	6,5	610
6	Ortoclasa	se raya con una lima de acero	37	930
7	Cuarzo	raya el vidrio	120	1 120
8	Topacio		175	1 250
9	Corindón		1 000	2 100
10	Diamante		140 000	10 000

tanto, puede tallar las caras menos duras de un cristal de diamante. Así pues, las superficies cristalinas más duras no se pueden tallar.
La escala de dureza de Mohs es una escala de dureza relativa. Con ella solamente se puede determinar qué mineral raya a otro. No dice nada sobre el valor absoluto del aumento de dureza dentro de la escala.
Dureza absoluta Para comprobar la dureza de forma científica y técnica no se puede emplear la escala de dureza de Mohs, ya que ésta es relativa y demasiado imprecisa. Por este motivo, en ese ámbito se obtienen valores de dureza absoluta con un gran despliegue técnico.
En la tabla de la página 98 se comparan las durezas absolutas (dureza al pulido según Rosiwal y dureza de penetración según Vickers) con los valores de Mohs. Ello revela de forma contundente cuán desigual es el margen dentro de los diferentes grados de dureza de Mohs.
A pesar de todo, la escala de dureza de Mohs tiene un gran valor precisamente para el coleccionista. Para los mineralogistas aficionados es casi imposible determinar la dureza absoluta. Además, tampoco encuentran los valores correspondientes en los libros de clasificación de minerales.
A fin de que no exista nunca ninguna duda sobre el tipo de procedimiento para la medición de la dureza, habría que hablar siempre de dureza de Mohs (y no sólo de dureza) cuando se hace referencia a los grados de la escala de dureza de Mohs.
Instrumentos de comprobación de la dureza El mercado ofrece fragmentos de prueba y lápices de dureza para la comprobación de la dureza.
Si no se dispone de muestras de la escala de dureza de Mohs, algunos grados de dureza se pueden reconocer con instrumentos sencillos. Con la uña se rayan minerales de dureza de Mohs hasta 2, con una moneda de cobre hasta 3, con una navaja más o menos hasta 5, con una navaja de acero de muy buena calidad incluso hasta $5^1/_2$. Las limas de acero aún son más duras, y rayan hasta una dureza 6. Con el cuarzo, el número 7 de la escala de dureza de Mohs, se puede rayar fácilmente el vidrio. Gracias a su fácil aplicación, la escala de dureza de Mohs es muy apreciada entre los coleccionistas. Permite realizar cómoda y



Lápices metálicos de dureza con fragmentos de minerales.

Fragmentos de prueba de la escala de dureza de Mohs, además de punta de acero, navaja y lima como sencillos instrumentos de comprobación.



rápidamente una determinación grosso modo de minerales en el campo, durante excursiones o viajes sin un gran gasto.
En las tiendas especializadas se puede comprar un juego de lápices de dureza sin diamante (en la práctica casi nunca se necesita) a partir de 2000 pesetas.
Práctica de comprobación Al realizar la prueba de rayado hay que procurar llevar a cabo el examen sólo con piezas afiladas sobre superficies no descompuestas y lisas. Las formaciones estriadas y foliadas o las superficies cristalinas afectadas por la meteorización de los objetos de ensayo aparentan una dureza más baja de la que tienen realmente.
Después del rayado queda una raya polvorienta (que, al mismo tiempo, es el color de la raya, véase página 95) sobre el mineral desconocido. Sin embargo, ésta puede provenir tanto del material de prueba como del objeto de prueba mismo. Por consiguiente, hay que pasar el dedo sobre la superficie de rayado. Si la raya desaparece, el material de prueba es más blando que el material desconocido. De lo contrario, aquél es más duro y ha dejado un rastro de rayado sobre el objeto de prueba.
Si el rayado es poco claro, hay que utilizar una lupa. Los coleccionistas de microagregados deberían realizar la prueba de dureza, a ser posible, bajo el microscopio debido al reducido tamano de los objetos.
Realizar la prueba de dureza siempre en un lugar poco visible debido al deterioro (si bien mínimo) que produce en el mineral.
Si la prueba se efectúa con lápices de dureza o ejemplares de prueba,



Al realizar la prueba de rayado, no hay que sujetar la navaja con la mano cerrada como si estuviéramos cortando algo. La navaja podría resbalarse y clavarse en la palma de la mano o en un dedo.



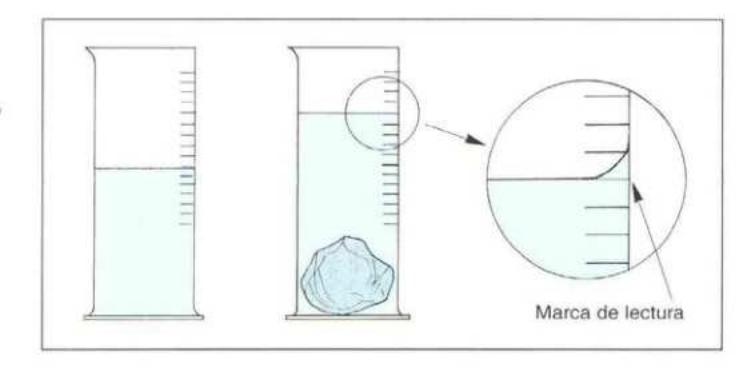
Sujetar la cuchilla por la punta y moverla como un lápiz. A ser posible, apoyar la mano.

empezar siempre por los grados de dureza más bajos para evitar rayadas innecesarias sobre el material desconocido.
Con un poco de práctica, el mineralogista aficionado puede dominar bastante bien la prueba de dureza de Mohs. Hay que contar siempre con un factor de inseguridad de medio grado.
Las gemas talladas no deberían ser examinadas con el método de dureza de rayado debido al peligro de deterioro.
La escala de dureza de Mohs también puede utilizarse de forma limitada para las rocas, aunque en realidad sólo sirve para la determinación de minerales.
En las rocas de un solo mineral, es decir, aquellas que están compuestas por un solo tipo de mineral (como la sal gema, la piedra caliza y el mármol), con la prueba de dureza según Mohs se pueden obtener unos valores aproximados que pueden resultar útiles para la determinación de las rocas y, por consiguiente, de los minerales.
En las rocas con distintos componentes, la aplicación de la escala de Mohs no es posible.

Densidad

Por densidad (antes llamada peso específico) se entiende el peso de una sustancia en relación al peso del mismo volumen de agua. Así pues, el cuarzo, por ejemplo, que tiene una densidad de 2,65, es 2,65 veces más pesado que el mismo volumen de agua.
La densidad de los minerales oscila entre 1 y 20. Los minerales con una densidad inferior a 2 se

El volumen de un mineral se puede determinar con relativa facilidad mediante el desplazamiento de agua. La marca de lectura tiene que ser siempre el nivel de agua más bajo, no el nivel elevado en las paredes del recipiente.



consideran ligeros (ámbar aproximadamente 1,0), los que se hallan entre 2 y 4 se consideran normales (calcita sobre 2,7) y los que sobrepasan el 4 se consideran pesados (galena alrededor de 7,5).

En la ciencia y en la práctica minera, todos los minerales con una densidad superior a 2,9 se consideran minerales pesados. Las gemas más valiosas y los metales preciosos tienen una densidad claramente superior a la de la arena (formada por cuarzo y feldespato). Por este motivo, al disminuir la corriente de las aguas de los ríos y la costa, éstos son depositados antes que los minerales arenosos más ligeros y se concentran en los llamados placeres (véase página 62).

Medición de la densidad Hay diversos métodos para la determinación de la densidad. Los procedimientos de medición con agua están especialmente indicados para los coleccionistas de minerales. Naturalmente, los minerales hidrosolubles no pueden ser sometidos a este método. La densidad se calcula de la siguiente forma:

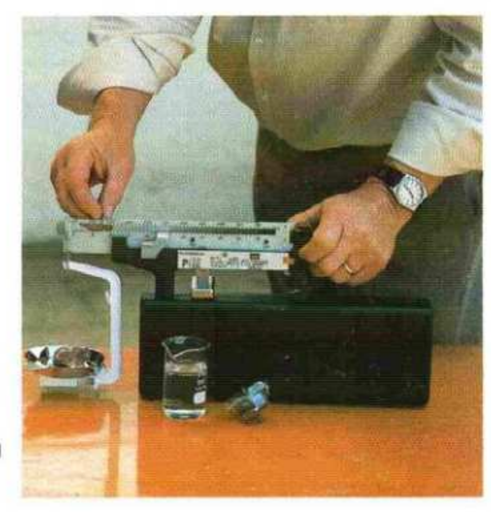
$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso del mineral}}{\text{Volumen del mineral}}$$

El peso de un mineral se mide con una balanza. Cuanto más exacta es la pesada, tanto más segura es la identificación del mineral desconocido. Los principiantes pueden empezar con un pesacartas. Es preferible una determinación del peso en $^{1}/_{10}$ gramos.

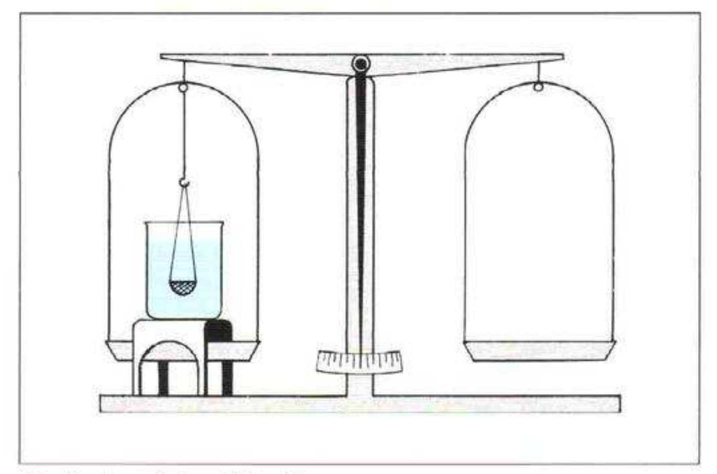
El volumen se puede obtener mediante desplazamiento de agua en una probeta graduada o mediante el método de impulso con una balanza hidrostática.

En el primer método, hay que colocar el mineral en una probeta graduada llena de agua hasta la mitad. Cuanto más estrecho sea el recipiente, tanto más exacta será la determinación del volumen. El desplazamiento (diferencia del nivel de agua con y sin piedra) equivale al volumen del mineral. Atención: el nivel de agua es algo más alto en las paredes del recipiente. Registrar siempre el nivel de agua más bajo.

Este método no es adecuado para las pruebas pequeñas, ya que el desplazamiento es mínimo y, como consecuencia, la precisión de lectura es reducida.



Balanza de precisión con dispositivo adicional para la determinación de la densidad.



Principio de una balanza hidrostática.

El método de impulso con la ayuda de la balanza hidrostática (fig. superior) proporciona los mejores valores volumétricos. Se basa en el principio de Arquimedes. El impulso es igual al peso de la cantidad de agua desalojada por el mineral. Primero, se pesa el mineral desconocido en el aire (en la bandeja debajo de la banqueta; véase fig.) y, después, en el agua (en la cestita de la probeta). La diferencia de pesada equivale al peso del agua desalojada (en gramos) y, por tanto, numéricamente al volumen del mineral (en cm^3).

Ejemplo:

Peso en el aire	5,2 g
Peso en el agua	3,3 g
Diferencia = Volumen	1,9

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}} = \frac{5,2}{1,9} = 2,7$$

Según la densidad, esta prueba podría corresponder a la calcita. Cualquiera puede fabricarse una balanza hidrostática según el esquema de la figura superior. Para los principiantes basta con un pesacartas adaptado. Los coleccionistas expertos deberían utilizar una balanza de precisión que pesara exactamente a $^1/_{100}$ g, es decir, con 2 decimales después de la coma.
El mercado también ofrece dispositivos suplementarios para estas balanzas especiales para la determinación de la densidad (fig. página 101). Una balanza de este tipo cuesta a partir de unas 20 000 pesetas. Las balanzas con una precisión de pesada de sólo 0,1 g cuestan la mitad.
Es imprescindible que el mineral a determinar esté seco y no contenga ninguna sustancia extraña durante la pesada en el aire.
Algunos minerales tienen, por naturaleza, pequeñas impurezas u oscilaciones en su composición. En tal caso, los valores de densidad también son fluctuantes y sólo pueden ser expresados de forma aproximada.
Los mejores resultados se obtienen con los cristales individuales. En la mayoría de los casos, los agregados granulados o compactos presentan unos valores algo menores. En los libros de clasificación o en tablas se pueden consultar los valores de densidad comprobados y, de este modo, quizás sea posible identificar los minerales.
En gemología, además de la medición con la balanza hidrostática, se aplica el llamado método de suspensión para la determinación de la densidad. Éste se basa en la idea fundamental de que los objetos en un líquido con la misma densidad quedan suspendidos, es decir, no se hunden hasta el fondo ni flotan en la superficie.
Con líquidos normalizados de densidad conocida o mediante dilución de líquidos pesados hasta el estado de suspensión de la piedra de prueba, se puede obtener la densidad de la gema desconocida. El método de suspensión es recomendable cuando hay que separar determinadas gemas de un lote de piedras desconocidas o cuando hay que distinguir gemas sintéticas e imitaciones de piedras preciosas auténticas.

Exfoliación y fractura

Muchos minerales pueden dividirse según caras planas. En tal caso hablamos de exfoliación. La desintegración de un mineral en

caras irregulares recibe el nombre de fractura. En cambio, la separación de maclas se llama división. La exfoliación y la fractura son un recurso más para la identificación de minerales.

Exfoliación La capacidad de exfoliación de un mineral depende de la estructura reticular del cristal. Si los átomos, los iones o las moléculas están dispuestos entre sí de forma que han permitido la introducción de caras planas a través de la red cristalina, el mineral es exfoliable. De lo contrario se produce fractura, una separación con caras irregulares. Dependiendo de la intensidad de las fuerzas de cohesión entre las partículas del cristal, la calidad de la exfoliación varía. Sin embargo, en mineralogía, su graduación no se aplica uniformemente. Normalmente, al describir los minerales se tienen en cuenta cuatro grados de exfoliación:

- muy perfecta (excelente, muy buena)
- perfecta (clara, buena)
- imperfecta (poco clara, mala)
- sin exfoliación.

La exfoliación muy perfecta se presenta, por ejemplo, en la biotita, la calcita, la moscovita y el talco. La barita, el diamante, la fluorita y la halita tienen una exfoliación perfecta y el berilo, el granate, la jadeíta y la galena una exfoliación imperfecta. La crisocola, el oro, la turmalina y el cuarzo no son exfoliables. Algunos minerales sólo se exfolian en una dirección y otros se pueden partir en dos o más direcciones. Los mineros de tiempos pasados denominaban a aquellos minerales con muy buena exfoliación en diferentes direcciones como «espato» (del alemán «spat»), por ejemplo, feldespato, espato flúor, espato calizo, etc. Los planos de exfoliación no tienen nada que ver con la forma externa del mineral, sino que dependen exclusivamente de la estructura reticular del cristal. En los minerales de distinta formación también pueden presentarse las mismas figuras de exfoliación. En el caso de la galena y de la halita, por ejemplo, siempre se obtiene un cubo, en la calcita un romboedro y en la fluorita un octaedro.

El ángulo de exfoliación (ángulo que forman dos planos de exfoliación) es un rasgo distintivo típico en muchos minerales. Así, por ejemplo, la hornblenda y la augita, dos minerales de aspecto parecido, se pueden distinguir claramente por los ángulos de exfoliación en caso de ausencia de delimitaciones cristalinas: hornblenda 124°, augita 87° (véase fig. superior).

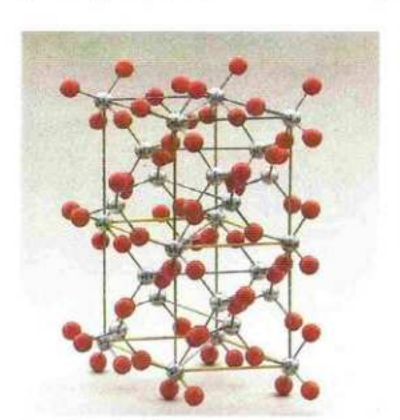
Cristal de hornblenda: las fisuras de exfoliación se cortan formando un ángulo de 124°

Cristal de augita: las fisuras de exfoliación se cortan formando un ángulo de 87°

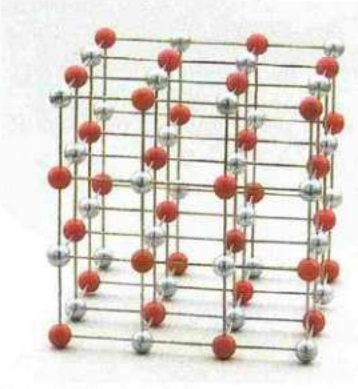
Fisuras de exfoliación de la hornblenda y la augita.

Las personas no entendidas pueden confundir fácilmente las superficies de exfoliación y cristalinas. Sin embargo, las superficies cristalinas nunca son tan lisas y, normalmente, tampoco son tan brillantes como las superficies de exfoliación. Presentan muchas más rayas, pequeñas figuras, depresiones y otras irregularidades minúsculas.

En la bibliografía especializada sobre mineralogía, el término exfoliación se sustituye a menudo por el símbolo #.



Red cristalina del cuarzo.



Red cristalina de la halita.

Para los gemólogos, el conocimiento de la exfoliación y de la dirección de la misma es muy importante a la hora de tallar y engastar las piedras. Un gran esfuerzo por parte de la piedra puede provocar su exfoliación. Con frecuencia basta con un pequeño golpe o una presión excesiva.

Fractura La desintegración de un mineral en caras irregulares recibe el nombre de fractura, como ya hemos dicho antes.

La fractura puede ser concoidea (como la impresión de una concha) e irregular, lisa, en forma de gancho o astillada.

La fractura concoidea es típica del cuarzo y de otros minerales con la misma estructura (entre otros, el ópalo), así como de algunas rocas (obsidiana, pedernal). En el feldespato, la fractura es irregular. El oro, la plata y el cobre muestran una fractura en forma de gancho.



La fractura concoidea es un rasgo característico de algunos tipos de minerales y de diversas rocas, como es el caso de la obsidiana.

Los minerales quebradizos (como la fluorita) con frecuencia se astillan.

El término fractura no siempre hace referencia a un solo mineral de forma consecuente, sino a menudo también a agregados minerales, lo que queda patente en la gráfica descripción de las superficies de fractura: espáticas, fibrosas, pedunculadas, terrosas.

Brillo y transparencia

Además del color, entre las características ópticas de los minerales también se puede determinar el brillo y la transparencia sin medios auxiliares.

Brillo No sólo las piedras preciosas talladas presentan superficies brillantes, sino que muchos minerales también tienen un brillo característico.

Éste se debe a luz reflejada sobre la superficie de la piedra y depende del índice de refracción de un mineral y del acabado de su superficie, pero no del color. Cuanto mayor es la refracción, tanto más intenso es el brillo.

En las descripciones de minerales de los libros y de las tablas de clasificación, normalmente se distingue entre brillo vítreo y resinoso, sedoso y nacarado, adamantino, graso y ceroso asi como metálico. Los minerales no brillantes se denominan mates.

El brillo vítreo es el más extendido en el reino mineral con unos dos tercios de todos los minerales. El brillo metálico sólo se presenta en los minerales opacos, especialmente en metales puros, sulfuros y algunos óxidos. El brillo sedoso aparece en minerales fibrosos o en agregados minerales. El brillo nacarado se observa principalmente en las superficies de exfoliación, y el brillo graso es característico de las fracturas concoideas.

Las eflorescencias, los colores de revenido y los fenómenos de meteorización superficiales pueden afectar al brillo de un mineral. Por este motivo, hay que realizar la determinación con el objeto inalterado. Buscar siempre una luz diáfana y clara. Según la dirección, el brillo puede variar en las superficies cristalinas y de exfoliación. A los principiantes les resulta difícil distinguir los distintos tipos de brillo en la práctica. Los expertos también tienen problemas con frecuencia, ya que existen transiciones fluidas entre tipos de brillos parecidos, y porque no hay que excluir algo de subjetividad en la determinación del brillo.

En lo que respecta al brillo semimetálico, de blenda o brillo adamantino semimetálico, el coleccionista aficionado apenas puede apreciarlos.

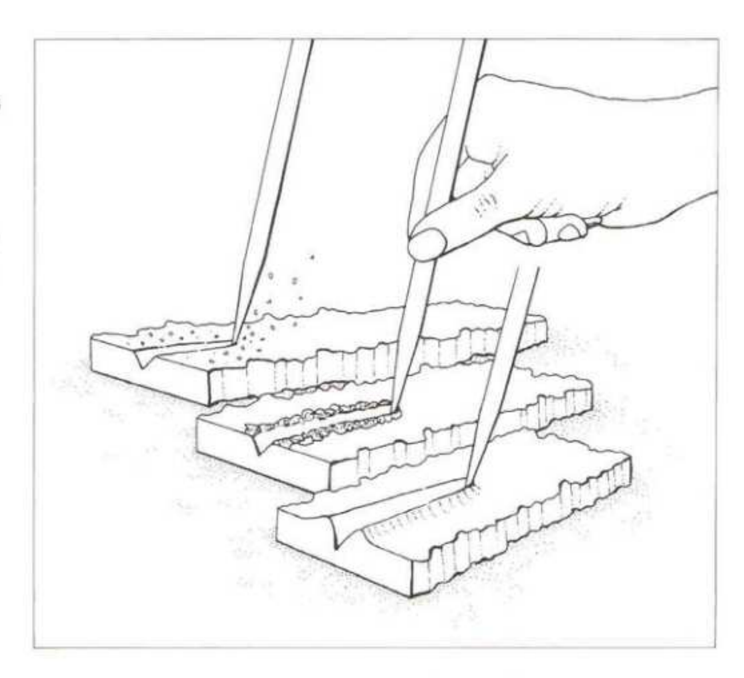
Por este motivo, al examinar los minerales no hay que recurrir al brillo como característica principal (como se recomienda en la bibliografía antigua), sino al color de la raya, la dureza de Mohs y la densidad, con los que se pueden obtener unos valores más objetivos.

Transparencia Se entiende por transparencia o diafanidad la permeabilidad a la luz de un medio. Hay minerales transparentes, semitransparentes (translúcidos) y opacos.

En capas muy finas, muchos minerales normalmente opacos son transparentes o translúcidos.

Todos los metales son opacos incluso en láminas finas.
Los minerales granulosos, fibrosos o pedunculados así como los agregados siempre son opacos, porque la luz se refracta en las numerosas superficies de delimitación hasta que finalmente es reflejada o absorbida del todo.
Para la mayoría de piedras preciosas, la transparencia es un factor valioso.

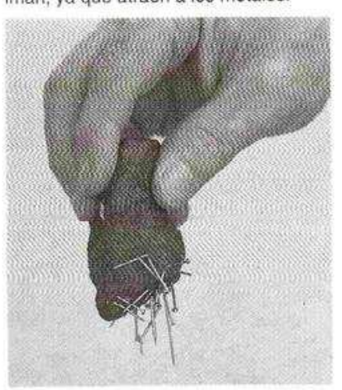
Tenacidad
La tenacidad es una propiedad poco conocida en los círculos de coleccionistas para la determinación de minerales. Por tenacidad se entiende el comportamiento de un mineral al intentar deformarlo de forma mecánica, especialmente las cualidades de la resistencia y la capacidad de estiramiento.
En particular, se distingue entre fragilidad, ductilidad, elasticidad y resistencia en el sentido estricto de la palabra.
Fragilidad La fragilidad de un mineral se comprueba por la repercusión de la penetración emulando una grieta de una aguja de acero.
Si se desprenden pequeños fragmentos de mineral, el mineral es frágil, y si se acumula polvo junto al surco de hendidura, calificamos el mineral de suave.
Si la aguja de acero sólo deja un rastro grabado, sin material en polvo, decimos que el mineral se deja cortar.
La calcita, el azufre y la blenda de cinc, por ejemplo, son minerales frágiles. Entre los minerales suaves figuran, entre otros, la antimonita, la galena y la molibdenita. Ejemplos de minerales susceptibles de ser cortados son el oro nativo, la plata gris y el bismuto nativo.
Ductilidad Los minerales que pueden ser estirados en forma de hilo o lámina muy delgada, es decir, que se pueden deformar, se denominan dúctiles (o maleables). Mencionemos como ejemplo el oro nativo, la plata y la plata gris.
Elasticidad A veces, los minerales fibrosos y foliados se pueden doblar en pequeños trozos.
Si las partes dobladas con la mano vuelven a su posición original, hablamos de minerales elásticos. El asbesto, la biotita y la moscovita son algunos ejemplos. Si las partes dobladas permanecen en su nueva posición, estos minerales son no elásticos, como la antimonita y el yeso espático.
Resistencia Los minerales que no se deforman, que no se pueden batir con el martillo o sólo con dificultades (como la nefrita y la jadeíta), reciben el nombre de resistentes.


Con la ayuda de una aguja escarificadora se puede comprobar si un mineral es frágil, suave o susceptible al corte.

Propiedades magnéticas
Las propiedades magnéticas de los minerales son diversas.
Hay minerales que actúan como imanes y otros que son atraídos por éstos y, por último, hay algunos minerales que no tienen ningún tipo de reacción magnética.

Prueba de la brújula Con la aguja de la brújula se pueden determinar con seguridad ambos comportamientos magnéticos. La aguja magnética reacciona con gran sensibilidad a los influjos magnéticos.
Colocar las muestras junto a la aguja inmóvil de la brújula y observar la desviación de la misma.
Los trozos pequeños de minerales deben colocarse lo más cerca posible sobre la aguja de la brújula debido a su magnetismo más débil y balancearse de un lado a otro.
En los micromounts y los agregados muy pequeños, donde naturalmente el magnetismo también es reducido y, por consiguiente, difícil de percibir, éste se puede comprobar con virutas de hierro o hierro en polvo del que se desprende al trabajar con sierras para metales o al limar. Las virutas adheridas al mineral se pueden retirar fácilmente con un imán potente.

Algunos minerales actúan como un imán, ya que atraen a los metales.

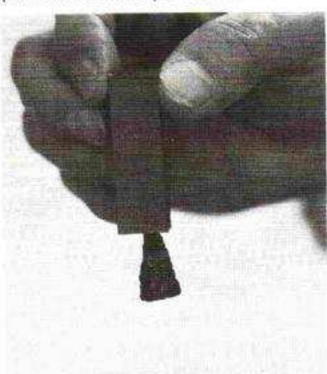


Minerales magnéticos
(selección)

Almandino	Hausmanita
Augita	Hierro nativo
Awaruita	Ilmenita
Braunita	Magnesioferrita
Casiterita	Magnetita
Cromita	Pirita magnética
Cubanita	Titanomagnetita
Fayalita	Wolframita
Franklinita	

Hay muy pocos minerales (por ejemplo, la magnetita) que actúen como un imán y sean capaces de atraer los fragmentos de hierro. Son más frecuentes aquellos minerales que son atraídos por un imán. Por ejemplo, si pasamos una barra magnética sobre un agregado de magnetita desmenuzado, pequeñas partículas se adhieren al imán. En cambio, los agregados grandes de pirita magnética atraen al propio imán.
En algunos minerales, el magnetismo varía según el lugar de hallazgo y debido a un contenido en hierro fluctuante. Por este motivo, en la bibliografía también hay informaciones discrepantes sobre las propiedades magnéticas de algunos minerales.

Algunos minerales no son magnéticos, pero son atraídos por los imanes.



Importancia técnica Para algunos coleccionistas, el magnetismo también tiene una importancia técnica. En el lavado de oro, por ejemplo, al realizar la selección final se pueden separar con un imán los granos pesados de magnetita asociados con el oro (véase también página 64).

Radiactividad
La facultad de emitir rayos sin aporte de energía se denomina radiactividad. Distinguimos tres tipos de rayos: los rayos alfa (rayos α), los rayos beta (rayos β) y los rayos gamma (rayos γ).
La radiación alfa es la más insignificante. La radiación beta es algo más intensa, pero su alcance y su poder de penetración son bajos. La más intensa es la radiación gamma. Es capaz de atravesar el hierro y paredes gruesas. Debido a este gran poder de penetración, la radiación gamma también se denomina radiación dura.

> ¡Precaución!
> ¡La radiactividad
> es peligrosa!

La radiactividad puede ser incluso mortal. Sin lugar a dudas, es perjudicial para la salud en todos

los casos. Ni siquiera las dosis pequeñas de radiación son inofensivas, y si se suministran de forma continuada resultan incluso muy perjudiciales.
La causa de la radiación son, principalmente, los elementos radiactivos uranio y torio, los cuales se encuentran originalmente en algunos minerales (minerales uraníferos primarios), y cuyos productos de desintegración se pueden encontrar concentrados (minerales uraníferos secundarios) en un gran número de minerales.

Medición de las radiaciones

La radiactividad, que es invisible, se puede medir con un contador Geiger (tubo contador de Geiger-Müller).
En el mercado hay distintos modelos. Son adecuados los aparatos con un indicador graduado o una indicación digital acoplados a una señal acústica. Al aproximarse al foco de radiación, los pitidos intermitentes se transforman en un tono agudo continuado.
Los modelos más sencillos cuestan a partir de unas 20 000 ptas., y los que tienen una mayor sensibilidad, dependiendo del equipamiento, el doble o el triple. Todos estos aparatos son portátiles y, por lo tanto, adecuados para la búsqueda de minerales sobre el terreno.
Antes, la presencia de minerales radiactivos se comprobaba mediante ennegrecimiento de películas no expuestas. Este método sigue teniendo aceptación entre los coleccionistas cuando las actividades de radiación son muy reducidas o cuando se quiere determinar la ubicación exacta de minerales radiantes dentro de un agregado.
En general, todos los tipos de película y placas fotográficas son adecuados para estos exámenes, si bien las películas radiográficas reducen considerablemente los tiempos de exposición gracias a su sensibilidad.

Protección de las radiaciones

Un breve contacto con minerales radiactivos no es necesariamente peligroso. En cambio, en los exámenes más prolongados y en la conservación del material radiactivo hay que tener mucho cuidado.

- No respirar el polvo de roca en las escombreras si éstas contienen minerales radiactivos.
- No guardar nunca minerales radiactivos (ni siquiera en pequeñas cantidades) en el comedor, el dormitorio o el despacho.
- Mantener alejados los alimentos y el material fotográfico.
- Colocar a unos cuantos metros de distancia los minerales no utilizados en ese momento en el examen.
- Ventilar a menudo los lugares de almacenamiento por los gases de radón con radiación alfa acumulados en el aire.
- Si se coge algún material radiactivo con la mano, después hay que lavársela a conciencia.
- Cambiarse y limpiar la ropa después de entrar en contacto con piedras o polvo radiactivos.
- Guardar el material con una alta radiación en cofres de plomo de varios centímetros de grosor.



Contador de Geiger con indicador graduado. En caso de radiactividad, también emite señales acústicas.

- Marcar claramente como radiactivos los minerales que emitan radiación.
- No poner nunca el material radiactivo en un lugar al alcance de los niños.
- Los niños no pueden participar en ningún caso en la búsqueda de minerales uraníferos.

Un buen consejo para que el coleccionista se proteja del riesgo de radiaciones es que, a ser posible, guarde solamente muestras de minerales pequeñas y limite también el número de piezas.

Minerales radiactivos

Teóricamente, los yacimientos de minerales radiactivos pueden hallarse en cualquier sitio, ya que no están ligados a ninguna roca ni a ninguna formación geológica. Los escoriales mineros son especialmente adecuados como puntos de recogida, ya que en ellos se pueden buscar cómodamente los minerales radiactivos con un contador Geiger entre el material de roca suelto. A ser posible, hay que asegurarse

previamente estudiando a conciencia la bibliografía, de que existe la posibilidad de encontrar minerales radiactivos.
La intensidad de la radiación radiactiva varía de un mineral a otro. Incluso en el mismo tipo de mineral, la radiación puede variar dependiendo del lugar de hallazgo, ya que con el tiempo se concentran en el mineral productos de escisión con una radiación intensa.
Por consiguiente, no es posible conocer la peligrosidad de los minerales radiactivos sólo por el tipo de mineral. Únicamente las mediciones revelan el auténtico peligro.

Fluorescencia

La fluorescencia sólo es una ayuda para la determinación de los minerales en algunas ocasiones. (Para el origen y la manifestación de la fluorescencia, véase el apartado «Colección de minerales luminosos» de la página 35.)

Minerales radiactivos

(selección)

Alanita	Monacita
Autunita	Niobita
Becquerelita	Novacekita
Bectafita	Pechblenda
Branerita	Pirocloro
Carnotita	Samarskita
Columbita	Tantalita
Esquinita	Torbernita
Euxenita	Torianita
Fergusonita	Torita
Gadolinita	Uraninita
Gumita	Uranocircita
Heinrichita	Uranofana
Kasolita	Uranospinita
Kopita	Zeunerita



Torbernita, un mineral radiactivo: Poppenreuth, Oberpfalz/Alemania.

Si bien muchos minerales presentan fenómenos de fluorescencia, éstos no son, sin más, típicos de ellos.
Normalmente, los minerales brillan con colores muy diversos.
Sin embargo, a veces en algunos minerales se puede reconocer colores fluorescentes característicos del lugar.
En cambio, muchos minerales radiactivos (denominados secundarios) presentan colores fluorescentes típicos y que dependen de su localización.
A este respecto, cabe mencionar especialmente los minerales del grupo del uranio micáceo (como la autunita, la heinrichita, la uranocircita y la uranospinita) con sus tonos normalmente de color verde amarillento intenso.

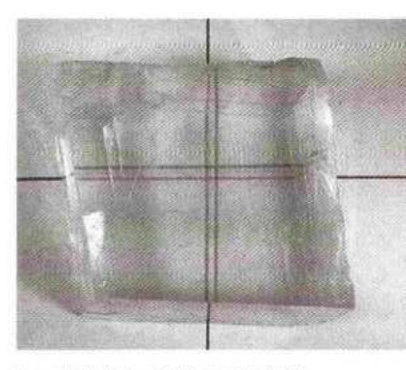
Refracción y doble refracción

Además de las propiedades ópticas como el color, el brillo y la transparencia, la refracción y la doble refracción también constituyen unos métodos de diagnóstico valiosos para la determinación de minerales transparentes y translúcidos.
Son uno de los medios de determinación más importantes en la identificación de gemas talladas.
En este libro no vamos a hablar detalladamente de los aparatos de alta tecnologia utilizados en los laboratorios especiales para la determinación de constantes minerales ópticas.
Refracción En las piedras preciosas talladas, la medición de la refracción (desviación del rayo luminoso al entrar en el cristal) se realiza, por norma general, con un refractómetro. Los valores exactos se pueden leer inmediatamente en una escala. No obstante, este tipo de examen sólo es posible en las piedras con una superficie lisa (tabla o facetas).
Sin un gran derroche técnico se puede obtener, aunque con un mayor gasto de tiempo, la refracción (incluso en fragmentos de minerales) con la ayuda del llamado método de inmersión.
Éste consiste en la observación del objeto de ensayo en un líquido con un índice de refracción conocido. Dependiendo de la claridad, la nitidez y el ancho de los contornos (en las gemas también de los bordes de las facetas), se pueden obtener unos valores aproximados del índice de refracción del mineral desconocido. Mediante la utilización de distintos líquidos de

inclusión con índices de refracción diferentes, se puede conseguir los índices de refracción del mineral desconocido con bastante exactitud.
Con la ayuda de un microscopio, el método de inmersión, con alguna modificación, se puede utilizar también con muestras muy pequeñas.
No vamos a hablar con más detalle de los procedimientos exactos. Las personas interesadas deben remitirse a la bibliografía especializada.

Doble refracción En todos los minerales transparentes, exceptuando los amorfos (por ejemplo, el ópalo) y aquéllos incluidos en el denominado sistema cúbico (con las mismas propiedades ópticas en todas las direcciones), el rayo luminoso no sólo se refracta al penetrar en el cristal sino que al mismo tiempo se descompone en dos rayos. Este fenómeno recibe el nombre de doble refracción. Se expresa numéricamente y constituye una constante de las propiedades minerales.
La doble refracción de la calcita de Islandia es la más evidente. Si se coloca debajo de ella un escrito o un gráfico, éste muestra un contorno doble (véase fotografía derecha). Por este motivo, este tipo de calcita también se denomina espato doble.
La doble refracción también se puede observar en otros minerales con una lupa de 10 aumentos o bajo el microscopio.
Los talladores de gemas tienen que trabajar las piedras de forma que la doble refracción no constituya un estorbo (por ejemplo, que algunas partes se vean borrosas).

Morfología de los cristales
Los coleccionistas más avanzados anteponen las propiedades morfológicas, es decir, relacionadas con la forma, a cualquier otra en la determinación de los minerales debido a su experiencia. Saben con qué formas cristalográficas puede presentarse tal o cual mineral.
Los principiantes necesitan práctica. Los dibujos de cristales de los libros de clasificación así como de las obras mineralógicas científicas pueden servirles de guía.
A menudo, las peculiaridades de las superficies cristalinas ya ofrecen algún indicio sobre un mineral determinado.
Así, algunos minerales presentan estriaciones que les son características.
En los cubos de pirita, por ejemplo, se observa una estriación de cantos paralelos que siempre es perpendicular a las superficies adyacentes. Incluso cuando esta pirita se presenta en combinación con otras formas cristalográficas, esta estriación está presente en las superficies cúbicas restantes.
En los minerales alargados, se observa con frecuencia una estriación longitudinal, como es el caso del oropimente, la enargita, la fenaquita, el rejalgar, el topacio, la turmalina y la vesubiana, por mencionar sólo algunos.
En otros minerales, como el corindón, la cianita y el cuarzo, es típica una estriación transversal. En el cuarzo, esta estriación



La variedad de calcita espato doble muestra la doble refracción de forma especialmente manifiesta.

sumamente frágil es un rasgo de identificación seguro incluso en una fracción.
Asimismo, la apariencia morfológica de las maclas dobles (véase página 33) y de los agregados minerales (véase página 22) es un rasgo distintivo característico en muchos minerales.

Otros métodos físicos de identificación
A veces, la determinación de un mineral es, en realidad, extraordinariamente difícil, ya sea por las dimensiones reducidas del objeto, por su estrecho parentesco con otros minerales o porque el material desconocido no puede sufrir ningún daño. En tal caso, los fenómenos ópticos tales como la dispersión, la absorción y los espectros de absorción y los estudios microscópicos con luz incidente o refracta pueden servir de ayuda.
De vez en cuando también se estudia el comportamiento térmico (conductibilidad térmica) de los minerales. En algunos

casos, los profanos también pueden aprovecharse de ello. Cuando, por ejemplo, se ha sustituido el cuarzo por vidrio, este fraude se puede descubrir con la ayuda del comportamiento térmico. Al cogerlos con la mano, se observa que el vidrio es más cálido que el cuarzo debido a la conductibilidad térmica claramente menor.
Para distinguir los diamantes de las imitaciones y de las gemas sintéticas, en el mercado de las piedras preciosas se analiza la conductibilidad térmica de estas piedras mediante aparatos.
Asimismo, la llamada piro y piezoelectricidad (carga eléctrica como consecuencia de fricción, presión o calentamiento) puede servir al coleccionista como rasgo identificativo. El ámbar auténtico, por ejemplo, se carga eléctricamente al frotarlo con un paño y atrae pequeños recortes de papel. Esto no ocurre con las imitaciones de ámbar.
La turmalina se comporta de un modo similar. Los holandeses, que introdujeron la turmalina en Europa a principios del siglo XVIII, la llamaban «Aschentrekker» (que atrae ceniza), porque con ella (después de calentarla) se podía atraer la ceniza del fuego de turba o de las por aquel entonces muy apreciadas pipas de espuma de mar (como signo de autenticidad). Los joyeros y los portadores de joyas de turmalina conocen el efecto atrayente de esta piedra, ya que tienen que limpiarla con mucha más frecuencia que otras piedras preciosas debido al polvo que atrae.
La comprobación de la conductibilidad eléctrica de los minerales está reservada a los especialistas. La capacidad de conducir corriente eléctrica se presenta con distinta intensidad en los minerales. Los mejores conductores son los metales nativos y muchos minerales metalíferos. La mica es muy mala conductora. Ésta sirve incluso para el aislamiento eléctrico.
La «vida interior» de los minerales también contribuye a su identificación. Muchos minerales contienen pequeñas inclusiones microscópicas típicas de ellos en estado sólido, líquido o gaseoso. Ello puede ser un indicio de la autenticidad de una gema. Normalmente, las imitaciones y las gemas sintéticas presentan otros atributos internos que, a su vez, les son característicos.

Identificación con métodos químicos

Si no es posible determinar los minerales por sus características externas, hay que emplear métodos químicos de examen. Muchos coleccionistas son reticentes al respecto: los unos porque sus conocimientos sobre química son muy insuficientes, y los otros porque tienen miedo de las reacciones químicas.
Por ello aquí no nos extenderemos demasiado sobre conocimientos químicos y su aplicación en la determinación de minerales, sino que vamos a dar sólo algunas



Aragonito finamente ramificado, denominado flos ferri; Erzberg/Steiermark, Austria. A la mitad de su tamaño natural.

instrucciones para que el coleccionista sepa qué posibilidades ofrecen los exámenes químicos en la identificación de minerales.
En cualquier caso, los que estén interesados tienen que recurrir a bibliografía especializada para obtener más información y unas instrucciones detalladas.
Cabe resaltar explícitamente una vez más que es imprescindible tener un cuidado especial al trabajar con productos químicos.

¡Atención!
¡La manipulación de productos químicos es peligrosa!


Mimetesita fina; Tsumeb/Namibia. Seis veces su tamaño natural.

En el apartado «Limpieza química» de la página 89 hemos hablado detalladamente de las medidas de protección en la utilización de productos químicos. La seguridad debe estar siempre en primer plano.
Una parte de los peligros potenciales se puede evitar comprando, a ser posible, únicamente ácidos diluidos, los cuales son suficiente para la mayoría de análisis.
Los minerales que, normalmente, se pueden coleccionar sin más y que no constituyen ningún tipo de peligro, en ocasiones pueden ser peligrosos al tratarlos con productos químicos, ya que desprenden vapores tóxicos o sustancias inoportunas.
Entre los minerales especialmente tóxicos o sus productos de reacción se encuentran los compuestos de arsénico, el mercurio y la witherita. Se da por supuesto que todo el mundo conoce la peligrosidad del asbesto, incluso en estado no descompuesto.
Dado que, normalmente, para los análisis químicos basta con muestras minerales muy pequeñas, con frecuencia no más grandes que la cabeza de una cerilla, en general el riesgo para las personas también es bastante bajo. No obstante, ¡a veces incluso las pequeñas cantidades son demasiado si no se manipulan correctamente!

Solubilidad de los minerales
En el apartado «Limpieza de los minerales» de la página 83 ya hemos dicho que algunos minerales son solubles en agua, otros en líquidos químicos y otros tanto en agua como en ácidos o lejías. Dado que la solubilidad es variable, es decir, típica de cada mineral, puede servir como medio de determinación.
A continuación trataremos únicamente de la solubilidad en agua y en ácidos. Los especialistas también analizan la solubilidad en lejía de potasa y sosa cáustica.
Solubilidad en agua Ya hemos hablado de la solubilidad en agua en el apartado sobre la limpieza de los minerales (página 86).
En la página 87 encontrará una tabla con los minerales solubles en agua.
Solubilidad en ácidos En el caso de la solubilidad en ácidos, sólo tendremos en cuenta los ácidos más utilizados para la determinación de minerales (ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico fumante, ácido fluorhídrico y agua regia).
La solubilidad de los minerales en ácidos puede tener lugar muy deprisa o, incluso, de forma

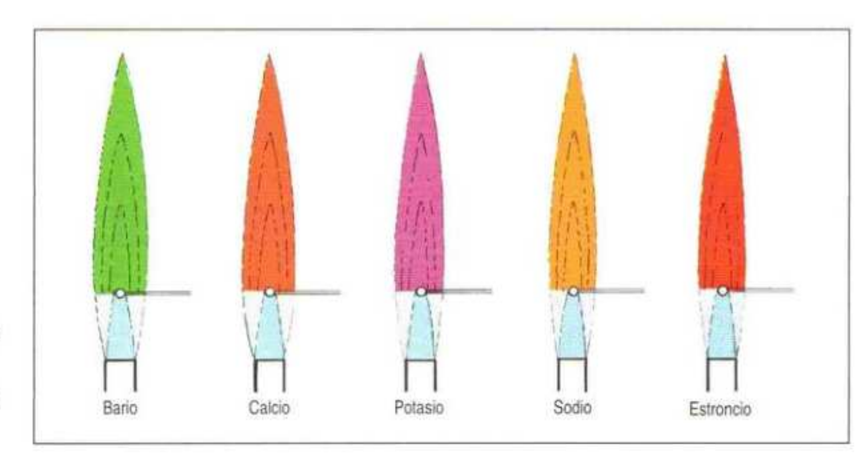
precipitada o bien muy despacio, de forma sólo insinuante o exclusivamente por calentamiento del líquido de reacción. Algunos minerales se pueden evaluar enteros y otros deben ser pulverizados. En algunos minerales basta con ácido diluido y en otros éste tiene que ser concentrado. Asimismo, la intensidad de la disolución puede ser tan variable como el proceso de descomposición. En la tabla de esta página sobre la solubilidad en ácidos de los minerales, no se reflejan estas diferencias. A partir de ahora, toda modificación provocada en el mineral por líquidos químicos que pueda ser calificada de algún modo de proceso de disolución recibirá el nombre de disolución.
En el caso de la disolución en ácidos, los especialistas también tienen que tener en cuenta para la identificación de los minerales los efectos secundarios tales como liberación de gases, precipitados químicos, residuos, cambios de color del líquido de solución y otros.
En el capítulo dedicado a la determinación de las rocas, en la página 156, hablaremos con más detalle de la utilización del ácido clorhídrico para la determinación y la diferenciación de la calcita y el espato dolomítico sobre el terreno.

Métodos químicos de análisis

En los métodos químicos de análisis, los minerales se analizan para conocer sus elementos constitutivos, es decir, su composición química. Dado que

Minerales solubles en ácidos (selección)

	Ácido clorhídrico	Ácido sulfúrico	Ácido nitrico fumante	Ácido fluorhídrico	Agua regia
Antimonita	×		×		
Arsenopirita			×		
Autunita	×	×	×		×
Bismuto	×	×	×	×	×
Brochantita	×	×	×		×
Galena	×		×		
Carnotita	×	×	×		×
Celestina	×	×	×		×
Crisocola	×	×	×	×	×
Datolita	×			×	×
Descloizita	×	×	×		×
Dioptasa	×			×	×
Enargita			×		×
Epidota	×			×	
Eritrina	×	×	×		×
Escolecita	×			×	
Escorodita	×	×	×		×
Espato dolomítico	×			×	×
Flogopita		×		×	
Fluorita	×	×			
Harmotoma	×			×	×
Hematites	×				×
Hemimorfita	×			×	×
Lazulita	×	×	×		×
Lepidolita	×			×	
Leucita	×			×	
Manganita	×	×			
Millerita			×		×
Mimetesita	×	×	×	×	×
Molibdenita		×	×		×
Natrolita	×				×
Phillipsita	×			×	×
Piromorfita	×	×	×	×	
Plata		×	×	×	×
Prehnita	×			×	
Rodonita	×			×	
Sodalita	×	×			
Thomsonita	×			×	
Torbernita	×	×	×		×
Uraninita	×	×	×	×	×
Vanadinita	×		×		
Vivianita	×	×	×		×
Wavellita	×	×	×		×
Wulfenita	×	×	×		
Zincita	×	×	×		×



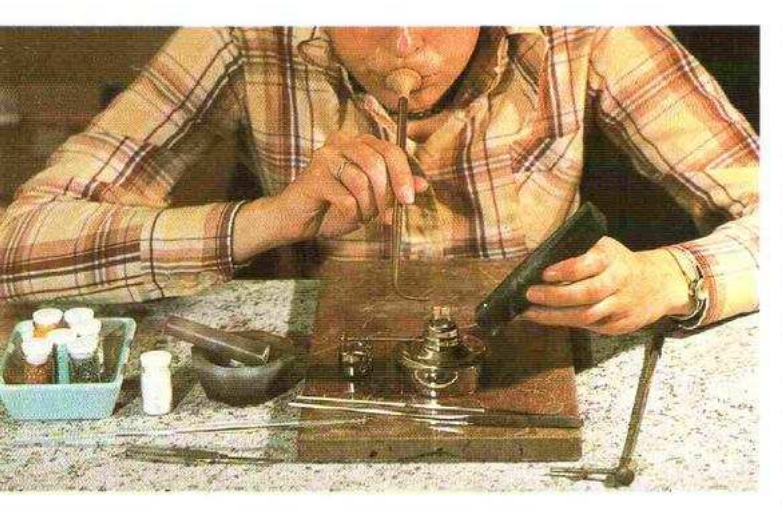
Coloración de la llama como medio para la determinación de elementos químicos y, por consiguiente, de minerales.

se conocen las fórmulas químicas de todos los minerales, de esta forma se puede determinar la identidad de un mineral.
En general, los métodos adecuados para los coleccionistas son la coloración de la llama y los exámenes con el soplete. Los análisis químicos secos y húmedos conciernen más bien a los especialistas.
Los métodos de análisis químicos desempeñan un papel muy importante en la determinación de la composición mineral de las muestras de roca y de menas. No obstante, son competencia exclusiva de los especialistas.

Coloración de la llama A partir de la coloración de la llama de una sustancia se puede saber aproximadamente su composición química, y esto también es válido para los minerales.
Así pues, cuando se sujetan fragmentos de mineral en una llama, a partir de la coloración de la llama se pueden conocer determinados elementos y, por consiguiente, la composición química del mineral.
Los quemadores de gas son preferibles a las velas. Normalmente, se pueden regular de forma que quemen sin un color de llama propio. La coloración de la llama se ve mejor en habitaciones oscuras. En ningún caso debe incidir sobre la llama la luz del sol.
Para la prueba basta con un pequeño fragmento del mineral. Mantenerlo en la llama con unas pinzas o, mejor aún, con el corchete de un alambre de platino hasta que se ponga al rojo.
Antes de la prueba, no hay que tocar la muestra con los dedos. Asimismo, las muestras deben extraerse únicamente de fracciones recientes. Las más mínimas impurezas podrían modificar el resultado originario de la prueba.
Los minerales que se agrietan al ser calentados deben ser pulverizados previamente en un mortero o con un martillo y humedecidos con una gota de agua destilada para que se adhieran.
Es recomendable humedecer las muestras con ácido clorhídrico

Comprobación de elementos por coloración de la llama

Coloración de la llama	Elemento	Ejemplos de minerales
rojo púrpura	estroncio (Sr)	celestina, estroncianita, jarlita
rojo carmín	litio (Li)	espodumena, lepidolita, zinnwaldita
rojo ladrillo	calcio (Ca)	calcita, fluorita, wollastonita
color yema de huevo	sodio (Na)	criolita, halita, ulexita
verde amarillento	bario (Ba)	barita, witherita, harmotoma
verde claro	boro (B)	colemanita, sasolina, kernita
azul y verde	cobre (Cu)	malaquita, calcosina, calcopirita
violeta	potasio (K)	silvina, cainita, carnalita



La determinación de minerales con el soplete requiere una cierta práctica.

diluido. Mediante la adición de reactivos, estos procesos pueden empezarse más fácilmente, acelerarse o hacerse más claros.

Análisis con soplete El análisis con soplete es una ayuda importante para el coleccionista para la determinación de minerales. Al fin y al cabo, se remonta a la Edad Media, cuando los mineros comprobaban el contenido metalífero de las muestras de roca con una llama. El principio del análisis con soplete es el siguiente: con la ayuda de una llama de soplete se pueden provocar procesos de reducción y oxidación en las muestras minerales.

A partir de los consiguientes procesos de descomposición, fusión y sublimación así como de las formaciones de gases y de la coloración de la llama, es posible sacar conclusiones de la composición química de la muestra.

Equipo Para este análisis se necesita un equipo relativamente pequeño.

Soplete: con él se consigue la llama de soplete (hasta 1200 °C). En la actualidad se pueden encontrar dos tipos diferentes. El soplete más económico es de latón, está curvado en su parte inferior formando un ángulo recto y se estrecha en la parte anterior. Lleva una boquilla de madera.

El modelo mejor (el doble de caro) consta de cuatro partes, a saber, una boquilla de madera o de plástico, un tubo de latón, un sifón y una tobera.

Fuente de ignición: la mejor fuente de ignición es un quemador de parafina, como era habitual antiguamente. Sin embargo, hoy en día ha desaparecido del mercado. También se puede utilizar un mechero de Bunsen con gas natural. Los quemadores de alcohol con mecha cumplen casi la misma función. En caso necesario también se puede emplear una vela con una mecha gruesa, pero hay que tener cuidado de que no se derrame nada de cera líquida durante el análisis.

Carbón vegetal: sirve de base para las pruebas de fusión y favorece algunas reacciones. El mercado ofrece piezas lisas y rectangulares de más o menos 10 × 4 × 2 cm. En un extremo de la superficie hay que abrir un pequeño surco de 5 mm de diámetro con la punta de un cuchillo. Sirve para alojar la muestra del mineral.

Mortero con mano: las muestras se pulverizan y mezclan en el mortero con la mano. Dado que sólo se necesitan cantidades muy pequeñas, basta con morteros pequeños. Los más baratos son los de porcelana, pero los más adecuados son los de ágata, más duros. En caso necesario, las muestras también se pueden pulverizar con un martillo sobre una base resistente.

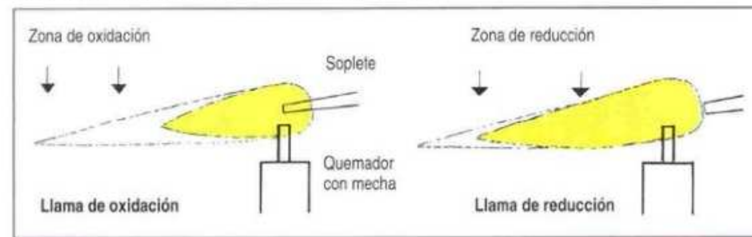
Alambre de platino: el alambre de platino sirve para fabricar y transportar las perlas reactivas (por ejemplo de bórax). Para ello, hay que doblar uno de los extremos formando un corchete de 3-5 mm de diámetro e incrustar el otro extremo en una varilla de vidrio para un mejor manejo. El alambre de platino resulta caro. Se necesitan unos 5 cm, pero se puede utilizar varias veces. Después de su utilización, desprender la muestra con un golpe sobre una base resistente al fuego y limpiar el alambre volviéndolo a fundir.

El alambre de platino se puede sustituir por barritas de magnesia, más baratas.
Barritas de magnesia: éstas pueden asumir la función del alambre de platino en unas pocas pruebas. La perla a fundir rodea el extremo de la barrita de magnesia, de 2-3 mm de grosor y 10-12 cm de largo, como si se tratara de una empuñadura. Después de su uso hay que romper la parte gruesa.
Productos químicos: dependiendo del tipo de análisis de minerales se necesitan productos químicos como complemento. Dado que sólo se requieren cantidades pequeñas pero que, normalmente, en las tiendas de productos químicos sólo venden unidades grandes, es recomendable efectuar la compra junto con otros coleccionistas de minerales interesados.

Manejo del soplete Al soplar por el soplete se pueden obtener dos tipos de llamas, la llama de reducción y la de oxidación. Dependiendo de la reacción química que se desee conseguir, hay que producir una u otra llama. En la llama de reducción, el soplete se mantiene justo delante de la llama y se sopla muy débilmente. Ello hace que se forme una llama amarilla brillante. La obtención de esta llama es bastante difícil. Sujetar la muestra del mineral en la zona de reducción interna.
La llama de oxidación, muy estrecha, azul y no brillante, se forma soplando con fuerza. Para ello, la tobera del soplete tiene que permanecer unos cuantos milímetros sobre la mecha, es decir, dentro de la llama. Sujetar la muestra de mineral en la zona de oxidación externa.
El arte de soplar por el soplete no es tan sencillo como parece. Para poder fundir bien una muestra, a veces hay que mantener durante varios minutos una llama invariable, es decir, con el mismo calor.
Soplar por el soplete con las mejillas hinchadas. Respirar sólo por la nariz y regular la corriente de aire con los músculos de las mejillas. Primero hay que practicar un poco.
Los coleccionistas puntillosos se ahorran este esfuerzo. Con el tubo flexible de un neumático y los aparatos correspondientes se puede generar una corriente de aire uniforme para el soplete. Asimismo, también se utilizan fuelles accionados por motor, por ejemplo de pulverizadores de pintura y de sopletes de soldadura.

Procedimiento de trabajo
Mediante el soplado con la llama se puede fundir una muestra de un tamaño no superior a 5 mm y colocada en el surco del carbón vegetal. A partir de las reacciones resultantes, como humo, olor, precipitación y eflorescencias con una coloración típica, se puede demostrar la presencia de muchos elementos. Con aditivos químicos se pueden reconocer otros elementos. Las perlas de bórax, de sal de fósforo y de sosa y salitre son muy importantes para la prueba del soplete. Se trata de productos de fusión en forma de gota y vidriosos que es necesario fabricar con antelación. Sirven como reactivo para decoloraciones típicas debido a elementos fundidos. En la mayoría de los casos, el análisis se realiza con la perla de bórax, que es incolora. De esta forma se puede detectar el cromo, el hierro, el cobalto, el cobre, el manganeso, el molibdeno, el níquel, el titanio, el uranio y el vanadio entre otros.
A veces, el material de muestra debe ser pulverizado previamente y, en otras ocasiones, la muestra no está «lista» hasta que no se le añaden algunos aditivos. En las tiendas de minerales venden polvo mineral, con el que se puede practicar la prueba con el soplete y, al mismo tiempo, fabricarse una escala estándar para comparar. Afortunadamente, diversas revistas especializadas han recogido este método de determinación de minerales interesante para los

Cono de la llama durante la prueba con el soplete.



coleccionistas y lo han explicado en varios artículos.
Por lo demás, en los diversos libros de mineralogía se pueden encontrar, de forma muy dispersa, alusiones más o menos extensas sobre esta modalidad química del estudio de los minerales.
Dos ejemplos del libro de A. González «Minerales. Estudio y reconocimiento», 1996:
Pirita: «en perla de bórax, a la llama oxidante da amarillo, y a la reductora, verde botella (Fe)».
Covellina: «sobre el carbón da llama verde azulada de Cu y desprende SO_2».

Análisis en el tubo de ensayo
La mayoría de los análisis en el tubo de ensayo son «de tipo químico húmedo», es decir, exámenes con líquidos disolventes. En los métodos de análisis «secos», las reacciones se consiguen únicamente mediante calor, sin añadir líquidos.
Los exámenes químicos húmedos ofrecen una amplia esfera de acción a los coleccionistas de minerales más o menos familiarizados con la química. Los resultados son más fiables que los de los análisis secos.
De los métodos de análisis secos, sólo algunos análisis térmicos sencillos tienen alguna importancia para los aficionados. Sirven para tener una orientación general en la identificación de minerales.
Mediante el calentamiento de la muestra pulverizada en el tubo de ensayo se puede observar un precipitado típico del mineral (en forma de pequeños cristales o de gotas) en las paredes interiores del recipiente o presentarse un olor característico.
Mediante este análisis se pueden identificar rápida y fácilmente el yeso espático y la zeolita.

Prueba a la gota La prueba a la gota permite analizar por coloración los componentes químicos de cantidades de muestra ínfimas con la ayuda de un juego preparado de reactivos químicos o con papel de prueba. Sin embargo, previamente hay que introducir el mineral a estudiar en una solución. Para los minerales solubles en agua o ácidos ello no supone ningún problema, pero resulta más complicado en aquellos minerales que tienen que ser descompuestos por fusión.
Con el análisis a la gota se pueden detectar prácticamente todos los componentes de un mineral. No obstante, a veces otros métodos de análisis resultan menos laboriosos que la prueba a la gota.

Análisis con barritas de corindón Este método de análisis, bastante reciente, se emplea con muestras de minerales diminutas que son extraídas con la ayuda de barritas de corindón (de varios centímetros de largo y unos 3 mm de grosor).
De forma similar a la placa de porcelana (véase página 96), se extrae polvo del mineral desconocido, pero éste no se examina por el color (como en el primer caso) sino que es analizado ulteriormente mediante exámenes químicos de distinta índole.
La ventaja especial de este método reside en la cantidad de muestra extremadamente reducida. El mineral desconocido proporciona un material de examen prácticamente «indestructible». Otra ventaja es la posibilidad de extraer una muestra de forma totalmente diferenciada, o sea, también en agregados de distinta composición.
Además, con las barritas de corindón, que son muy duras (dureza de Mohs 9), se puede sacar polvo prácticamente de todos los minerales, lo que no ocurre con la placa de porcelana, más blanda.

La paragénesis como medio de identificación

Normalmente, no se encuentran minerales individuales sino agregados minerales.
Estas comunidades de minerales tienen que haber tenido las mismas condiciones de formación o similares, o de lo contrario no estarían unidas. Estas «agrupaciones del destino» se denominan paragénesis. Véase también la página 15.
Al comparar varios agregados formados por distintos minerales, se observa que determinados minerales se presentan juntos repetidamente y que otros casi nunca o nunca.
Estas agrupaciones de minerales también pueden ser útiles a la hora de determinar minerales desconocidos, ya que cuando se conocen uno o dos minerales de una paragénesis, el círculo de los posibles candidatos se estrecha en el caso de un mineral desconocido.



Paragénesis de cuprita roja, mimetesita amarilla y malaquita verde; Tsumeb/Namibia. Cuatro veces su tamaño natural.

Ello resulta de gran ayuda cuando se quiere conocer la auténtica identidad del mineral desconocido.

La lupa y el microscopio

Los coleccionistas de minerales no pueden pasar sin aparatos ampliadores para la observación de sus ejemplares de colección. Tanto si quieren determinar las formas cristalográficas, reconocer las inclusiones o detectar el rastro de arañazos durante la prueba de rayado, siempre necesitarán una lupa o un microscopio.

Lupas

Una lupa tan sólo es un débil sustituto de un microscopio. Nos es útil sobre el terreno o para cualquier otra observación superficial. Las buenas lupas tienen que ser aplanáticas (sin fallos de imagen) y acromáticas (sin fallos de color).

Lupas de mano Las lupas portátiles, necesarias para la búsqueda de minerales en el campo, tienen que ser plegables para quedar protegidas. A fin de que estén siempre a mano y no se puedan perder, áteselas al cuello y llévelas en el bolsillo interior.

Las lupas plegables múltiples ofrecen distintos aumentos, por ejemplo, 4, 6 o 10 aumentos. Una ampliación de 10 aumentos es casi obligatoria para los coleccionistas de minerales, y a veces son recomendables los 20 aumentos.

Para la búsqueda de minerales en el crepúsculo o en galerías oscuras hay lupas luminosas a pilas de 5 a 10 aumentos.

Lupas sobre trípode Las lupas sujetas a un trípode, inclinables hacia todos los lados, dejan ambas manos libres durante el

examen del mineral. Las hay con y sin iluminación.

Lupas de casco Con una cinta para la cabeza se puede sujetar una lupa lenticular a la frente. De esta forma se tienen las dos manos libres para trabajar. Pero la ampliación sólo es de 2 o 3 aumentos, de modo que únicamente es adecuada para la observación de agregados grandes.

Para los que lleven gafas, son recomendables las lupas que llevan los relojeros en sus gafas.

Aparatos lupa Los aparatos lupa, equipados con varias lentes individuales y que permiten unas ampliaciones de hasta 30 aumentos pero que son pequeñas y manejables, son un paso intermedio hacia los microscopios. Han demostrado su eficacia sobre el terreno.

Microscopios

Todos los coleccionistas serios deberían tener un microscopio. Los coleccionistas de microagregados (véase página 53) no pueden prescindir del microscopio de ningún modo, pero sólo unos pocos modelos son adecuados para ellos.

Luz de reflexión o luz transmitida Los coleccionistas normales necesitan un microscopio con una iluminación superior, una luz de reflexión, para poder observar los cristales bien iluminados. Generalmente, basta con entre 20 y 30 aumentos.

Los que quieran realizar exámenes especiales, por ejemplo sobre la distribución de los minerales en la roca, la refracción y las estructuras finas, necesitarán un microscopio de luz transmitida, en los que la iluminación se realiza desde abajo. Para ello los objetos a observar tienen que ser transparentes. Para las microsecciones (de menos de 0,1 mm de grosor) son necesarios 200 aumentos.

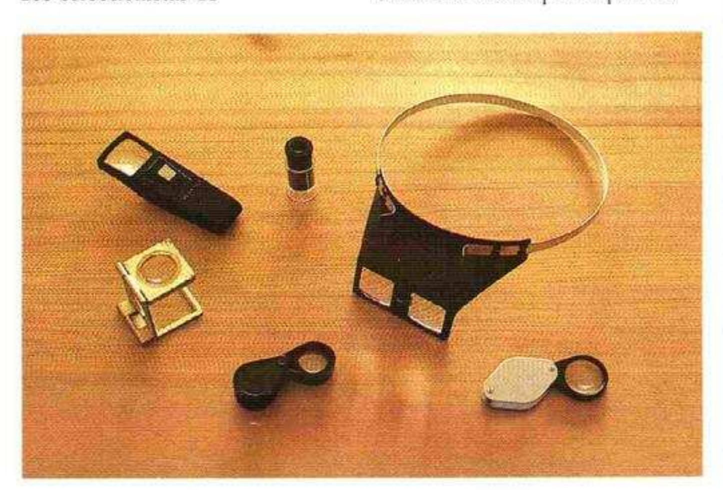
Microscopios monoculares
Estos aparatos sólo tienen un orificio de visión que no permite una visión plástica estereoscópica. Por ello, no son adecuados para la observación de minerales.

Microscopios binoculares
A través de los dos tubos de observación es posible una reproducción estereoscópica (tridimensional) de la imagen. Por este motivo, también se denominan microscopios estereoscópicos. Son ideales para el estudio de minerales.

Tubos de observación perpendiculares u oblicuos Los aparatos con tubos de observación perpendiculares son incómodos. Para los trabajos largos, es preferible un microscopio de visión oblicua. Uno no se cansa tan rápidamente.

Los mejores aparatos cuentan con un tubo perpendicular adicional en la parte de arriba a través del cual se puede fotografiar la imagen microscópica.

Soporte de pie o de columna
Los microscopios normales son una unidad compacta con una placa base. Ello hace que la distancia de trabajo (distancia entre el objeto y la óptica microscópica) sea relativamente pequeña, entre 6 y 7 cm. Los agregados minerales grandes no pueden observarse con un microscopio normal de este tipo. Son preferibles los binoculares sujetos a una columna e inclinables, ya que el área de trabajo es todo lo amplia que se quiera.



Selección de lupas adecuadas para la determinación de minerales y otros exámenes.

1. Microscopio binocular con visores oblicuos y tubo fotográfico.

2. Los microscopios binoculares de observación perpendicular son incómodos para los trabajos largos debido a la postura de la cabeza.

3. Microscopio binocular con soporte de columna; especialmente indicado para los exámenes de minerales debido a la gran distancia de trabajo.

4. Los microscopios monoculares sólo son adecuados para el estudio de minerales hasta cierto punto, ya que no permiten una visión estereoscópica plástica.

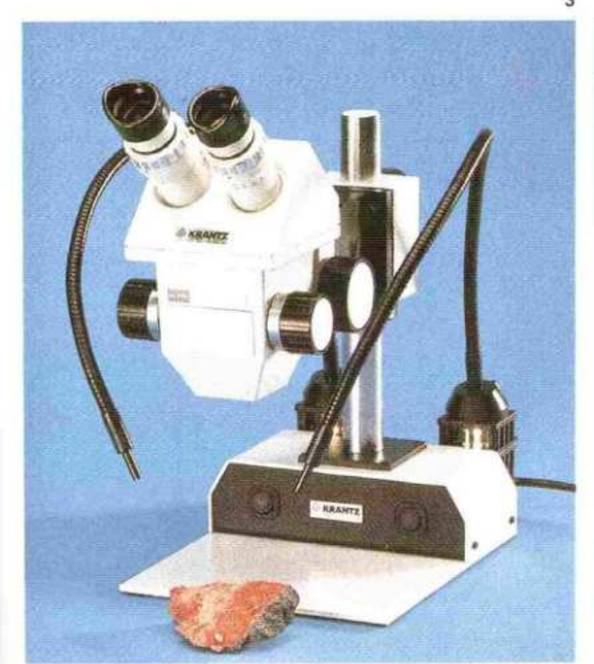


1

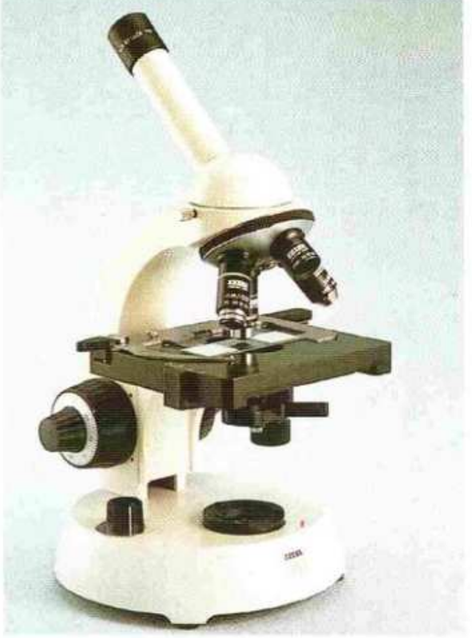


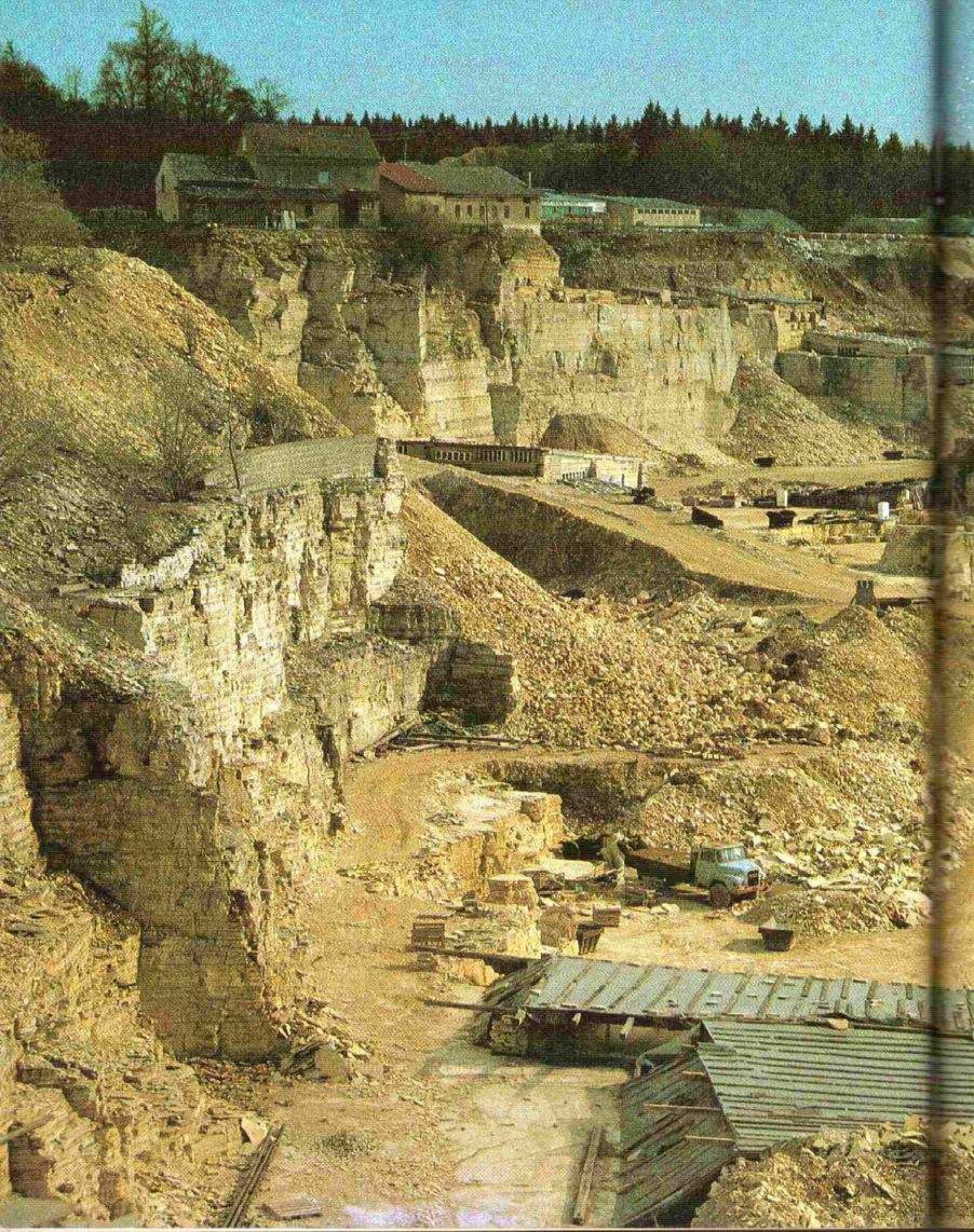
2

3

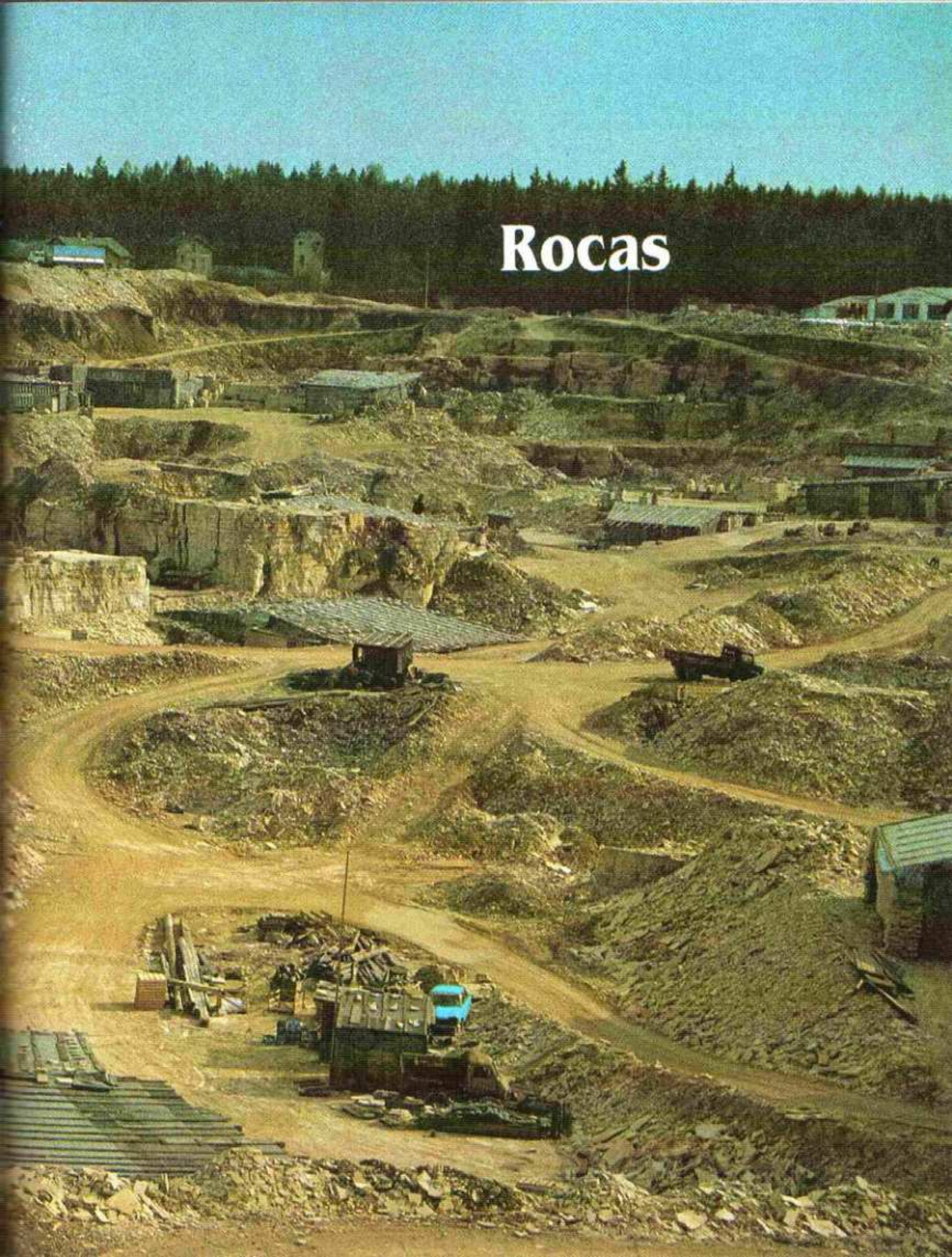


4





Rocas



Las rocas también se pueden coleccionar

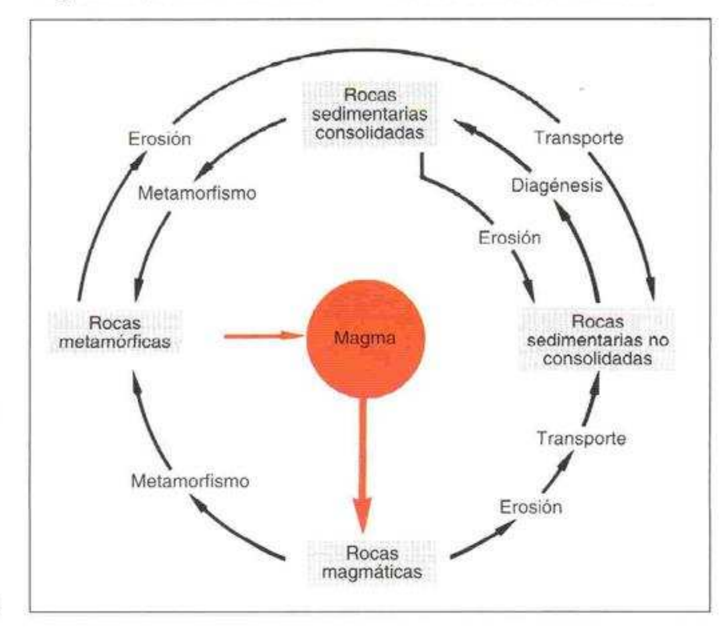
Hace muchas décadas que un gran número de entusiastas mineralogistas aficionados coleccionan minerales.
Pero sólo unos pocos se interesan por las rocas.
Las rocas son «pisadas» constantemente por nosotros, nos acompañan en todas partes. Sin embargo, los profanos consideran que tienen poco valor como objetos de colección ya que, según su opinión, todas son de color marrón grisáceo, a veces un poco rojizo o verdoso, pero poco atractivas en general y sin ningún tipo de interés.
Realmente, las capas superiores de roca presentan normalmente unos colores sucios más uniformes debido a la acción del sol, el aire y la lluvia.
Sin embargo, por debajo de esta capa de erosión, allí donde la piedra todavía está «sana», presenta múltiples colores y estructuras. Y si se tallan y se pulen estas piedras, se convierten en espléndidos objetos muy bonitos y decorativos.
La colección de rocas tiene algunas ventajas respecto a la colección de minerales: son mucho más fáciles de encontrar, se pueden exportar de prácticamente todas las partes del mundo y son mucho más baratas si se compran.

La formación de las rocas

Dependiendo de su formación, se distinguen tres tipos de rocas: magmáticas, sedimentarias y metamórficas. La figura inferior muestra cuál es la relación genética de estos tres grupos de rocas. Los restos del espacio, los meteoritos y sus fenómenos secundarios (las tectitas), de hecho guardan relación con las rocas de la Tierra, pero, normalmente, en la ciencia forman un grupo individual junto a las rocas. Por motivos prácticos, en este libro éstos se asocian a las rocas y se describen con más detalle a partir de la página 139.

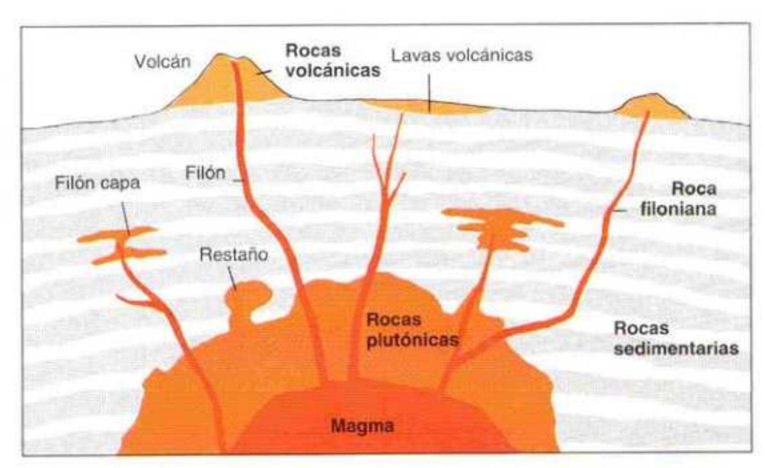
Rocas magmáticas

La materia prima de las rocas magmáticas (también llamadas rocas consolidadas o magmatitas) es el magma incandescente y viscoso del interior de la Tierra.
Si esta materia incandescente penetra en las partes inferiores de la corteza terrestre, después de enfriarse lentamente se forman las rocas plutónicas. Si se vierte material magmático directamente en la superficie terrestre, después de un proceso de enfriamiento relativamente rápido se forman las rocas volcánicas.
Las rocas de transición entre ambos grupos se denominan rocas filonianas.
Dado que las rocas magmáticas inician el ciclo de las rocas, también reciben el nombre de rocas primarias.
Rocas plutónicas Cuando el magma penetra ampliamente debajo de las capas de la corteza terrestre debido a corrientes



Ciclo de las rocas.

Formas de estratificación del magma ascendente y de las rocas magmáticas.



subcorticales o a procesos tectónicos, se consolida progresivamente formando una roca de grano relativamente grueso, las rocas plutónicas (rocas profundas). A causa del enfriamiento muy lento, debajo de las potentes capas de esquistos, de varios miles de metros de espesor, los minerales cristalizan bien y alcanzan unos tamaños de grano que pueden observarse a simple vista.

La presión de las masas rocosas superpuestas impiden las cavidades gaseosas, de modo que las rocas plutónicas son muy compactas y sólo presentan un pequeño volumen de poros. Los cristales están mezclados sin ningún orden determinado.

Diferenciación La separación de los tipos de minerales por consolidación del magma tiene lugar en un orden riguroso. Primero se forman los componentes secundarios y los minerales metalíferos, como el apatito, la titanita, la magnetita y el zircón. Después aparecen los componentes oscuros como el olivino, la augita, la hornblenda y la biotita. Los feldespatos cristalizan poco a poco durante toda la fase de enfriamiento.

Los primeros minerales que se forman pueden desarrollar por completo su forma cristalina gracias a que disponen de suficiente espacio, pero los últimos tienen que llenar los espacios libres restantes. Por este motivo, como componentes de las rocas, los feldespatos sólo presentan su forma cristalina de vez en cuando, y los cuarzos nunca.

Representantes principales

Mediante la diferenciación que tiene lugar durante la formación de los cristales, los minerales más pesados y, en la mayoría de los casos, oscuros se hunden en el magma, de modo que se produce una separación espacial de los minerales y, por consiguiente, de las rocas. En la parte inferior hay peridoto, en el centro gabro, diorita y sienita, y en la capa superior del antiguo magma se forma granito.

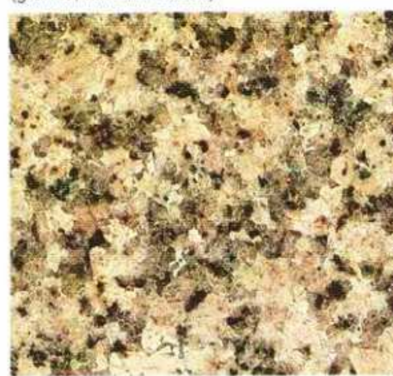
En la actualidad, si nos encontramos con rocas plutónicas en la superficie terrestre e, incluso, en lo alto de las montañas, ello significa que estas rocas se han liberado de la capa de esquistos que las cubrían con el paso del tiempo.

Dentro del grupo de las rocas plutónicas, los distintos tipos de roca se diferencian por el porcentaje de componentes principales. Las rocas ricas en ácido silícico son de color claro y las rocas pobres en ácido silícico son más oscuras.

Rocas volcánicas Las rocas volcánicas (rocas efusivas) se forman cuando el magma incandescente asciende a la superficie terrestre (donde se denomina lava) con la ayuda de las fuerzas volcánicas.

Si los trozos de lava, mezclados con los restos de roca que llenaban la chimenea, son arrojados al aire antes de ser

Roca plutónica de grano desordenado (granito, tamaño natural).



depositados, hablamos de rocas piroclásticas o tobas.
Representantes principales La composición química así como mineralógica de las rocas volcánicas es bastante similar a la de las rocas plutónicas (véase página 130). Las rocas volcánicas, al igual que las plutónicas, se vuelven más oscuras



Estructura riolítica con cristales alineados.

y pesadas a medida que disminuye el contenido en ácido silícico. Los representantes principales son la riolita, la traquita, la andesita, el basalto y la picrita.
Estructura de las rocas La principal diferencia entre las rocas volcánicas y las rocas plutónicas radica en su estructura. Debido al enfriamiento relativamente rápido del magma volcánico, la cristalización y la formación de minerales tiene lugar de forma diferente a las rocas plutónicas. Los cristales de las rocas volcánicas son, en general, pequeños, incluso de tamaño microscópico, no visibles a simple vista. Se trata de una estructura rocosa compacta. Sólo unos pocos cristales pueden crecer de forma satisfactoria y desarrollar su propia forma. Estos cristales son huéspedes de una masa base por lo demás homogénea. Esta estructura se denomina porfídica.
Si el enfriamiento del magma volcánico se ha producido con especial rapidez, como por ejemplo en la superficie de la corriente de lava o al caer al mar, puede que no se forme ningún cristal. La masa es amorfa, es un vidrio volcánico (por ejemplo, la obsidiana, véase página 104, y la piedra pómez).
En las rocas volcánicas con frecuencia hay pequeñas cavidades originadas por la desgasificación del magma. A veces, estas cavidades tienen forma ovalada o alargada. Ello denota una dirección en la roca, la dirección de fluencia

Estructura riolítica con cavidades ovaladas.



de la corriente de lava. Asimismo, los minerales de cristalización temprana pueden hacer alusión a este tipo de estructura fluidal (estructura riolítica) en las rocas volcánicas debido a su disposición. Un rasgo característico, sobre todo de las rocas volcánicas oscuras, son las segregaciones columnares, que normalmente sólo se observan en lugares despejados (faldas o canteras). Estas columnas de cuadrangulares a octogonales no constituyen formas cristalinas sino fragmentos desprendidos de la roca. Se originaron por contracción durante el enfriamiento de la lava.
Normalmente, las rocas volcánicas no contienen fósiles. La lava caliente extermina cualquier forma de vida. Sólo en los depósitos de turba se pueden detectar rastros de vida en contadas ocasiones.
Rocas filonianas Las rocas filonianas (rocas magmáticas de transición) forman el tercer grupo de rocas dentro de las rocas magmáticas. En relación a su origen, estructura y existencia, ocupan una posición intermedia entre las rocas plutónicas y las rocas volcánicas.
Su formación se explica por la separación de fragmentos de magma en pequeños cuerpos rocosos, los filones.
Últimamente se tiende a asociar las rocas filonianas con las rocas plutónicas, pero asignando algunos tipos a las rocas volcánicas. Sin embargo, esta cuestión atañe más bien a los científicos.
El pórfido granítico, la pegmatita, la aplita y el lamprófido son rocas filonianas.

Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias (también llamadas rocas alternantes, sedimentitas o en estratos) son rocas secundarias. Se forman en la superficie terrestre a partir de restos de materiales de otras rocas, es decir, de rocas magmáticas, metamórficas y sedimentarias más antiguas. Normalmente, entre la ubicación de la roca original y el lugar de sedimentación de los productos de erosión tiene lugar un transporte más o menos extenso. De esta forma, llevados por el agua, el hielo, el aire o la gravedad, los restos de roca y los componentes disueltos son mezclados, separados o modificados químicamente de modo que en lugar de sedimentación se forma una roca totalmente nueva.

Estratificación   Todas las rocas sedimentarias excepto los arrecifes calcáreos y las morrenas están estratificadas. Presentan unas líneas divisorias continuas y, a ambos lados de éstas, distintos materiales rocosos. Estas capas se forman por sedimentación desigual del agua, ya sea como consecuencia de separación de granos o de interrupción temporal.

Diagénesis   La mayoria de rocas sedimentarias son depositadas primero como material suelto. En tal caso hablamos de rocas sueltas (por ejemplo, arena, grava). La compactación se produce de forma progresiva mediante deshidratación y/o también enmasillamiento con un aglutinante (arcilla, cal, guijarros). Todos estos procesos de alteración de la roca, que provocan su compactación, reciben el nombre de diagénesis. Las rocas así compactadas incorporan la palabra «piedra» (por ejemplo, arena → piedra arenisca). Hay pocas rocas sedimentarias que se hayan convertido en seguida en piedras compactas durante su formación. Entre éstas figuran la toba calcárea, la piedra caliza de arrecifes y las rocas salinas.

Contenido en fósiles   Muchas rocas sedimentarias contienen fósiles, es decir, algún tipo de huella de vida, por ejemplo partes duras de animales, impresiones de plantas, canales de perforación, restos de alimentos y huellas. Los grupos principales de las rocas sedimentarias son las rocas sedimentarias clásticas, las rocas sedimentarias químico-biogénicas, las rocas residuales y los carbones.

Rocas sedimentarias clásticas

Las rocas sedimentarias clásticas (también llamadas conglomerados o formaciones residuales de meteorización) incluyen rocas de cualquier tamaño de grano que todavía permiten reconocer el material inicial.

Su formación se debe, sobre todo, a la meteorización física. Esta destrucción puramente mecánica de las rocas se produce bajo la influencia de los elementos climáticos.

Se suelen agrupar las rocas sedimentarias clásticas según el tamaño de grano.





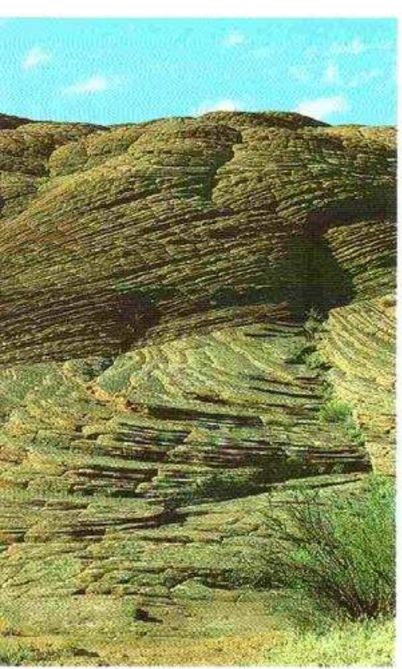








Fases de meteorización de un granito desde la piedra compacta hasta la arena de grano fino.



La erosión hace que las capas de piedra arenisca de distinta dureza tengan el aspecto de una escalera; Snow Canyon State Park. Utah/EEUU.

Rocas sedimentarias químico-biógenas Las rocas sedimentarias químico-biógenas están formadas por aquellas rocas sedimentarias que deben su formación a algún proceso químico o que se originaron bajo la influencia de organismos. Estas rocas sedimentarias reciben el nombre de neoformación. Están precedidas por fenómenos químicos de meteorización. Por ello, en este grupo de rocas (a diferencia de las sedimentarias clásticas) el material de partida no se puede distinguir visualmente. Estas rocas se agrupan según un principio químico-mineralógico, según el cual distinguimos entre rocas calcáreas, rocas silíceas, rocas salinas, rocas de fosfatos y rocas de hierro.

Rocas calcáreas Por roca calcárea se entiende todas aquellas rocas sedimentarias que presentan un contenido en cal preponderante, sin tener en cuenta su formación. Forman parte de este grupo las rocas calcáreas de origen marítimo (en el mar) (incluidas las piedras calizas de los acantilados) y las piedras dolomíticas resultantes de ellas, las formaciones continentales de los manantiales (llamadas concreciones calcáreas) y las calizas límnicas (en el mar).

Rocas silíceas Las rocas silíceas están formadas por todas las rocas sedimentarias no clásticas con un contenido en ácido silícico de por lo menos el 50 %. Se forman por acumulación de restos orgánicos silíceos, como secreción silícea de manantiales o como precipitados silíceos inorgánicos.
Conocidos representantes de este grupo son la diatomita, la radiolarita y la pizarra silícea, las concreciones silíceas, el sílex y el pedernal.

Rocas de fosfato Estas rocas contienen ácido fosfórico. Son raras. Entre ellas figuran el guano (excrementos de ave) y la fosforita terrosa.

Rocas de hierro Por rocas de hierro se entiende menas sedimentarias de hierro con un contenido en hierro de por lo menos el 15 %.
Su distribución está limitada localmente. Los representantes más conocidos son la mineta, las menas bandeadas y las menas conglomeradas.

Rocas salinas Las rocas salinas se forman por precipitación del agua cuando la evaporación supera cuantitativamente la afluencia de ríos y las lluvias, es decir en climas calurosos y áridos. La mayoría de yacimientos salinos, y los de mayor importancia económica, surgieron en el mar. La sedimentación se produce en lagunas u otras partes del mar separadas débilmente de éste. Los principales representantes de las rocas salinas son la sal gema, la piedra yesosa, la piedra anhidrita, la silvinita, la carnalitita y la cainitita.

Rocas residuales Las rocas residuales forman parte de las rocas sedimentarias, aunque durante su formación no se ha producido ningún transporte de material (como es habitual en las rocas sedimentarias). En realidad, se forman a partir de los restos de rocas preparadas químicamente en el lugar de la destrucción de la roca. Este grupo de rocas desempeña un papel totalmente secundario, pero muy importante desde el punto de vista económico, en la conformación de la corteza terrestre.
Los representantes principales son el caolín, la bauxita y la bentonita.

Carbones De hecho, las rocas de carbón (antracíticas) son rocas residuales, pero debido a su origen orgánico forman un grupo separado.
Se originan a partir de la acumulación de masas vegetales que no pueden descomponerse por falta de agua y experimentan un aumento relativo del carbono debido al empobrecimiento en oxígeno. Los expertos hablan de

carbonización. Estos procesos diagenéticos y, en ocasiones, casi metamórficos son desencadenados por procesos orogénicos y volcánicos y por la presión y las altas temperaturas. Los representantes principales de los carbones son la turba, el lignito, la hulla y la antracita.

Rocas metamórficas

Las rocas metamórficas (rocas alteradas o metamorfitas) se forman por transformación (metamorfismo) de otras rocas, es decir, de rocas magmáticas, rocas sedimentarias y rocas metamórficas más antiguas. Esta transformación se produce por grandes presiones y altas temperaturas y, por tanto, excede la eficacia de la diagénesis.

En todas las transformaciones metamórficas, la masa rocosa queda, más o menos, en forma de un agregado compacto. Sólo en los procesos altamente metamórficos se pueden producir fusiones parciales.

Dependiendo de la extensión espacial, distinguimos entre metamorfismos de contacto y metamorfismos regionales.

Metamorfismo de contacto Cuando el material magmático penetra en partes de la corteza terrestre, las rocas adyacentes resultan modificadas debido a las altas temperaturas, en algunos casos por los gases, y en menor medida por la presión. La transformación de las rocas adquiere su máxima intensidad en la zona de contacto inmediata. Las leptinolitas, las granatitas, las corneanas y el mármol son rocas típicas del metamorfismo de contacto.

Metamorfismo regional Cuando partes de la corteza terrestre penetran en la zona de grandes presiones y altas temperaturas debido a recubrimientos o movimientos tectónicos, se produce una transformación metamórfica sobre complejos rocosos extensos, a veces sobre cientos de kilómetros cuadrados.

Proceso del metamorfismo Los efectos del metamorfismo se ponen de manifiesto a través de cambios estructurales, recristalización y aporte o transporte de sustancia mineral. Generalmente, los fósiles son destruidos.

En caso de presión unilateral se origina una estructura paralela, la llamada esquistosidad, debido a la alineación de minerales de estructura hojosa o pedunculada (como la mica o la clorita) en la misma dirección.

Éste es un rasgo característico de la mayoría de rocas metamórficas (véanse también fotografías página 153). En el metamorfismo de contacto no existe una esquistosidad clara. Mediante la recristalización de minerales mayores tiene lugar otro tipo de modificación estructural.

Especialmente en las rocas de un solo mineral (como la cuarcita o el mármol), los componentes pequeños son reabsorbidos, y la roca adquiere un aspecto de grano grueso. Los tipos de minerales permanecen inalterados. A veces, durante el metamorfismo también se forman minerales nuevos, o bien por transformación de cristales ya existentes o por aporte de sustancias extrañas.

En ocasiones, se pueden desarrollar cristales individuales de tamaño desmesurado. En tal caso, éstos están mezclados como «pasas» en una masa base por lo



Caliza de agua dulce con un rico contenido en fósiles; Steinheim/Baden-Wurtemberg, Alemania.

demás compacta (de grano fino) (véase fotografía inferior).

Clasificación El número de rocas metamórficas es muy elevado, ya que por cada roca magmática y por cada roca sedimentaria hay una o varias rocas metamórficas. No obstante, a veces el producto final del metamorfismo (o sea, la roca metamórfica) presenta unos minerales y una estructura totalmente uniforme a pesar de las distintas rocas de origen.

Las ortorrocas son aquellas rocas metamórficas originadas a partir de magmatitas. Las pararrocas se han originado a partir de rocas sedimentarias.

La clasificación científica de las rocas metamórficas en base a sus propiedades mineralógicas características es muy difícil de realizar para las personas que trabajan con rocas en la práctica y para los coleccionistas de minerales, ya que requiere unos amplios conocimientos técnicos. Por este motivo, en este libro hemos clasificado las rocas metamórficas según características estructurales externas y claramente reconocibles, es decir, las hemos agrupado en gneis, pizarras y felsitas.

Gneis Los gneis comparten una estructura de grano grueso, una esquistosidad entre débil y clara y un contenido en feldespatos superior al 20 %.

La esquistosidad está producida, principalmente, por la biotita, cuyo eje longitudinal queda dispuesto perpendicularmente a esta dirección debido a la presión unilateral. Predominan los minerales granulados.

Las rocas de partida son tanto magmáticas como sedimentarias. Los gneis originados a partir de rocas magmáticas reciben el nombre de ortogneis y los de rocas sedimentarias paragneis. Conocidos representantes son el gneis granítico, el gneis biotítico, el gneis augítico y la granulita.

Pizarras Las pizarras tienen una estructura de grano fino a medio y, en la mayoría de los casos, presentan una marcada esquistosidad y un contenido en feldespatos inferior al 20 %.

Un rasgo característico esencial de esta familia de rocas es la esquistosidad, que recuerda a la estratificación sedimentaria. Sin embargo, mientras que en esta estratificación se observan unos límites continuos y los estratos siempre son planos, las pizarras nunca presentan unas superficies de fractura lisas, ya que los «minerales esquistosos» platiformes no se encuentran uno detrás de otro sino uno junto al otro (véanse también fotografías pág. 157).

En el lenguaje popular, las rocas sedimentarias de láminas finas a menudo se denominan pizarras.

La denominación de las pizarras «auténticas» se efectúa según las propiedades predominantes, según los minerales notables o por el color. Los principales ejemplos son la filita, el esquisto micáceo, el esquisto arcilloso, el esquisto verde y el esquisto de contacto.

Felsitas Las felsitas íntegramente cristalinas, tienen una estructura compacta y, por norma general, no presentan ninguna dirección marcada en su estructura.

Al igual que el resto de rocas metamorfitas, las felsitas proceden tanto de rocas magmáticas como de sedimentarias.

Representantes conocidos son la cuarcita, la felsita sílico-cálcica, la anfibolita, la eclogita, la corneana, la serpentinita y el mármol.



Esquisto micáceo granate con minerales porfidoblásticos; Tessin/Suiza.

Qué rocas coleccionar

Como en el reino mineral, en este caso también hay tres grandes ámbitos de colección: la colección aleatoria, la colección sistemática y la colección temática.

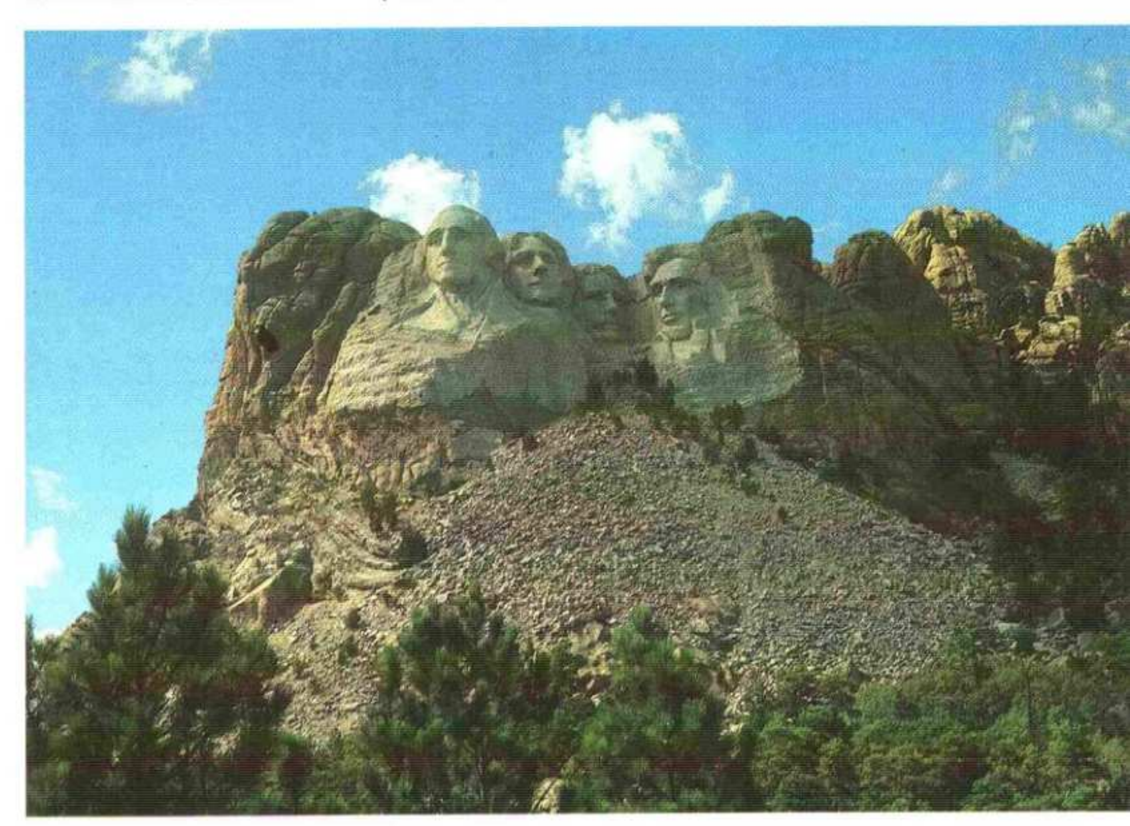
Colección turística

Las colecciones turísticas, por ejemplo, son colecciones aleatorias que, al mismo tiempo, están relacionadas con otras actividades. Llevándonos a casa una piedra recogida por nosotros mismos (quizás con una forma extraña) de cada lugar de vacaciones, mantenemos vivo el recuerdo de esos días maravillosos.

Las piedras más bonitas se pueden exponer en una vitrina, y las piezas naturales convertirse en un recuerdo personal. Puliendo un poco la parte anterior de una piedra de estas características, se puede grabar o escribir el lugar de hallazgo y la fecha de recogida.

A medida que el número de piezas de recuerdo aumenta, un día se plantea la pregunta de qué tipo de piedras son, por qué tienen aspectos tan diferentes y cómo se han originado.

Bustos de los presidentes americanos, de 18 m de altura, esculpidos en gneis granítico del Mount Rushmore National Memorial en Dakota del Sur/EEUU.



Colección sistemática

Todo aquel que quiera formar una colección sistemática de rocas tiene que saber que el número de clases independientes es menor que en los minerales. En cambio, el número de variedades es casi interminable.

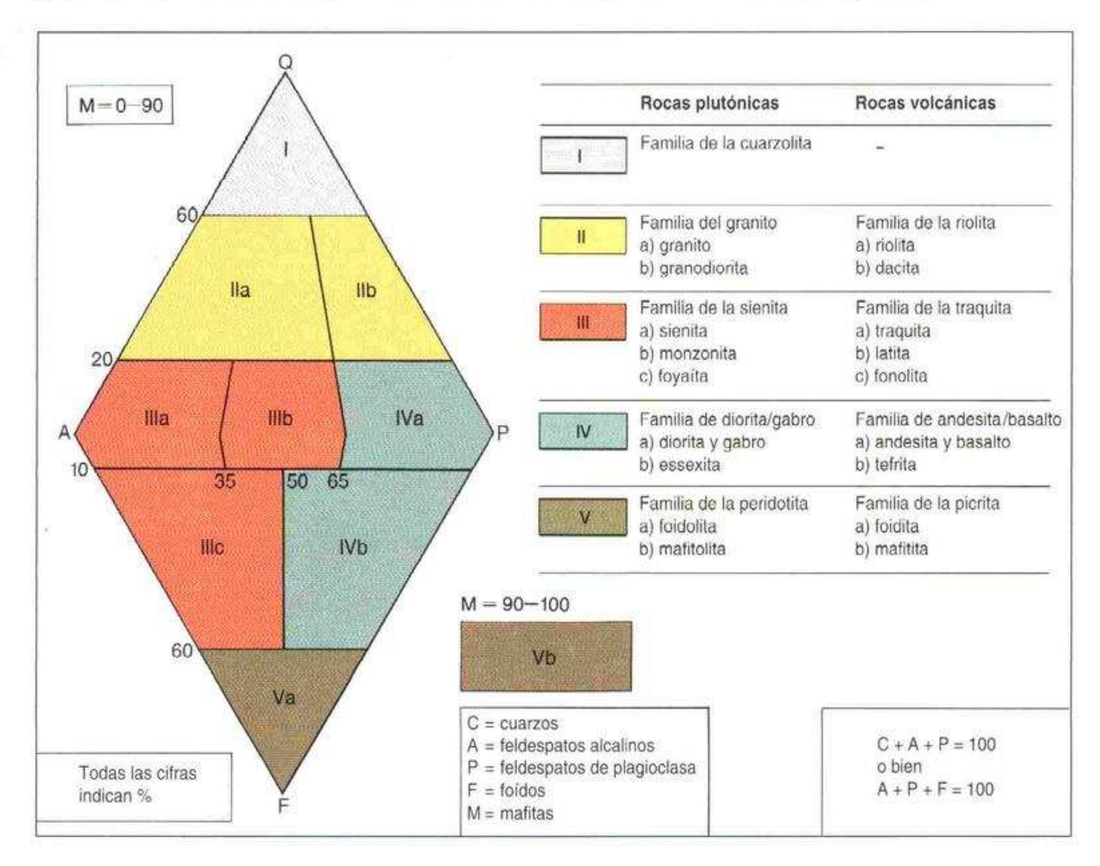
Clasificación

La clasificación de las rocas en grupos principales se realiza según el principio genético (véase página 122). De esta forma se distingue entre rocas magmáticas, sedimentarias y metamórficas. La subdivisión posterior varía en los distintos grupos principales y vuelve a ser genética o bien según el contenido en minerales y la estructura de la roca.

Nomenclatura

La clasificación y la nomenclatura de las rocas no están definidas de forma estricta para todos los grupos de rocas. Tan sólo desde 1972 existe una clasificación y una nomenclatura científicas acordadas internacionalmente para las rocas magmáticas. Los tipos de rocas se distinguen entre sí de forma puramente estadística en base a sus componentes principales. En el caso de las rocas sedimentarias y metamórficas existen unos conceptos que se han ido formando con el paso del tiempo, pero carecen de acuerdo internacional.

Diagrama (según Streckeisen, simplificado) para la diferenciación de las rocas magmáticas.



	Rocas plutónicas	Rocas volcánicas
I	Familia de la cuarzolita	–
II	Familia del granito a) granito b) granodiorita	Familia de la riolita a) riolita b) dacita
III	Familia de la sienita a) sienita b) monzonita c) foyaíta	Familia de la traquita a) traquita b) latita c) fonolita
IV	Familia de diorita/gabro a) diorita y gabro b) essexita	Familia de andesita/basalto a) andesita y basalto b) tefrita
V	Familia de la peridotita a) foidolita b) mafitolita	Familia de la picrita a) foidita b) mafitita

Rocas conocidas (selección)

Rocas magmáticas	Rocas sedimentarias	Rocas metamórficas
Rocas plutónicas	Rocas sedimentarias	Gneis
Greisen	clásticas	Gneis granítico
Granito	Arcilla	Gneis diorítico
Rapakivi	Barro	Gneis biotítico
Granodiorita	Marga	Gneis sericítico
Tonalita	Arcilla pizarrosa	Gneis augítico
Sienita	Arena	Gneis veteado
Monzonita	Piedra arenisca	Granulita
Foyaita	Cuarcita	Anatexita
Diorita	Arcosa	
Gabro	Grauvaca	Pizarras
Essexita	Cantos rodados	Pizarra arcillosa
Piroxenita	Rocalla	Filita
Peridotita	Brecha	Pizarra micácea
Dunita	Conglomerado	Pizarra verde
Carbonatita		Esquisto con actinolita
	Rocas sedimentarias	Esquisto con glaucofana
Rocas volcánicas	químico-biógenas	Prasinita
Riolita	Travertino	Esquisto talcoso
Dacita	Toba calcárea	Pizarra clorítica
Traquita	Concreciones silíceas	Pizarra de silicato
Queratófido	Sal gema	de cal
Latita	Anhidrita	Esquisto anfibolítico
Fonolita	Yeso espático	Leptinolita
Andesita	Piedra caliza	Pizarra moteada
Porfirita	Dolomita	Pizarra nodulada
Basalto	Rauvaca	Pizarra agavillada
Meláfido	Pedernal	
Diabasa	Piedra córnea	Felsitas
Tefrita	Radiolarita	Cuarcita
Basanita	Pizarra silícea	Eclogita
Picrita		Felsita con serpentina
Kimberlita	Rocas residuales	Anfibolita
	Caolín	Glaucofanita
Rocas filonianas	Bauxita	Felsita silico-cálcica
Pórfido granítico		Corneana
Porfirita	Carbones	
diorítica	Turba	Mármoles
Aplita	Lignito	Mármol calcáreo
Pegmatita	Hulla	Mármol dolomítico
Lamprófido	Antracita	Oficalcita

Nombres comerciales

Seguramente, el gran número de nombres comerciales de la industria de la piedra desconcierta al coleccionista. Éstos casi nunca responden a demandas científicas y, a veces, incluso son erróneos o inducen a error.

Concreciones calcáreas eliminadas constantemente del agua de manantiales de las montañas; terrazas de concreciones calcáreas de Pamukkale/Turquía.



Colecciones temáticas

Como en todas las colecciones, en el caso de las rocas también es posible realizar una colección temática de distintas formas. Unos quizás tengan preferencia por los colores, otros tienen interés en estudios científicos sobre los objetos de piedra y, finalmente, otros tienen como objetivo la colección de rocas exóticas o formaciones de algún modo singulares.
A continuación, le ofrecemos algunos ejemplos como estímulo para una colección temática.

Calcita arenosa, imitación de formas cristalográficas por enmasillado de la arena; Butte, Dakota del Sur/EEUU.



Colección de rocas raras y exóticas

Algunas piedras han sido modeladas por la naturaleza de tal forma que uno cree vislumbrar en ellas todas las formas y figuras posibles. ¿Por qué no coleccionar estas rocas raras? Todos los tipos de piedras ofrecen ejemplos de ello. En la mayoría de los casos, la erosión y el agua son la causa de estas formas. Las figuras parecen haber sido extraídas de un bloque con una fresa.
Sin embargo, a veces las formas también se originan por compactación de material suelto o por acumulación de líquidos precipitados o de formaciones similares a gel.
Es el caso, por ejemplo, de las llamadas muñequitas de loess, unos agregados minerales bulbosos. Los especialistas hablan de concreciones.

Las muñequitas de loess, llamadas así por sus formas parecidas a muñecas, se forman por secreciones de cal de soluciones circulantes en el loess, que es permeable al agua. La cal secretada une y compacta el material sedimentario arcilloso y barroso originalmente suelto. Las muñequitas de loess pueden alcanzar algunos decímetros.
Si estas concreciones calcáreas se disuelven, al rellenarse de nuevo las cavidades redondeadas se forman las llamadas septarias, con sus típicas fisuras radiales (véase fotografía página 75).
Los pedernales silíceos también forman parte de las neoformaciones en las rocas. Éstos sólo se encuentran en forma de nódulos en calizas cretácicas, nunca en estratos superpuestos.
Las formaciones esféricas (orbiculares) son muy interesantes y muy raras. En ellas, los minerales no están entremezclados (como por ejemplo en los granitos normales) o dispuestos uno detrás de otro o uno junto a otro en línea recta (como en las pizarras), sino de forma circular o esférica. La causa podrían ser procesos de cristalización rítmicos.
Las estructuras orbiculares son decorativas y codiciadas por los coleccionistas. Se presentan principalmente en forma de granito o diorita orbiculares. A veces también se observan en la granodiorita, la sienita y el gabro.
Los más conocidos son los granitos orbiculares de Córcega. Otros yacimientos se encuentran en Noruega, Suecia y Finlandia y de forma muy esporádica en

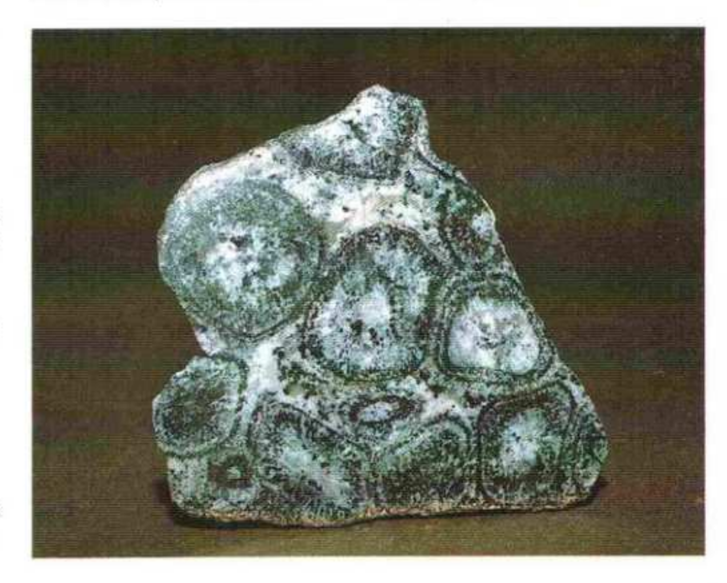


Muñequitas de loess, llamadas así por sus formas parecidas a muñecas.

Odenwald y los montes de Silesia (Alemania) y en la Baja y Alta Austria. Al parecer, los yacimientos de Cerdeña están agotados.
El granito rapakivi de Finlandia presenta unas formaciones orbiculares similares, aunque de origen totalmente diferente.
Entre los ejemplares exóticos cabe mencionar la calcita arenosa fotografiada en la página anterior, que se originan debido a que la calcita integra granos de arena durante su crecimiento como cuerpos extraños. Su forma externa corresponde a la de los cristales de calcita, pero su estructura interna es la de una arenisca calcárea.
Los expertos podrían calificarla de pseudomorfismo (véase también página 34) de arena en calcita.
La rosa del desierto fotografiada en la página 59 está estrechamente relacionada con las calcitas arenosas.

Colección de granitos de colores

Todos los tipos de rocas cuentan con variedades. El aspecto general, los componentes individuales que determinan el color, el tamaño de grano y la distribución de minerales, así como otras características, pueden variar de un sitio a otro.
Especialmente el granito cuenta con un gran número de variedades. Según la definición científica, éste forma parte de las rocas plutónicas. Está formado por $^3/_4$ partes de feldespato y $^1/_4$ parte de cuarzo y tiene la mica como componente secundario.
Del mismo modo que los feldespatos pueden presentar diversos colores, el color del granito también varía mucho. Hay varios cientos de tipos de granito. Sólo en Europa se conocen más de 200 variedades comerciales. Pero no todas las rocas que se ofrecen en el mercado como granito tienen la composición de un auténtico granito. En el mercado, el nombre de granito se emplea a menudo de forma errónea. Las variedades



Diorita orbicular con la típica estructura orbicular; Córcega/Francia. A la mitad de su tamaño natural.



comerciales muy oscuras son realmente gabros o diabasas según su contenido en minerales y, a veces, se trata incluso de calizas oscurecidas mediante adición de carbón.
La belleza de las estructuras y de la contextura así como el contraste de colores se pueden intensificar de forma eficaz tallando y puliendo las piezas de granito. Diríjase a la página 173 para informarse sobre las posibilidades de talla de piedras.
Del mismo modo que hemos presentado el granito como un objeto de colección, también se pueden coleccionar otras rocas magmáticas, areniscas, calizas o mármoles. En todas partes hay variedades de aspecto muy atractivo.

Colección de cantos rodados y rocalla

En los lechos de los ríos y en las playas pedregosas hay unas piedras redondeadas y pulidas, los llamados cantos rodados. El que varíen de tamaño y de forma no parece que sea especialmente interesante.
Pero, cuando descubrimos que en un río aparecen tipos de rocas muy variados que, a veces, incluso son totalmente diferentes a las rocas que los acompañan, ello no sólo despierta curiosidad sino que incita a coleccionarlos.
El estudio de los cantos rodados del río Rin, por ejemplo, no sólo

Granitos tallados.



Piedras contenidas en una morrena de los glaciares boreales; Dinamarca.

nos remite a las rocas locales sino también a las de montañas lejanas. Todavía más variado que el contenido en rocas de un río es el de las morrenas. Estas piedras proceden de glaciares que han transportado su carga rocosa, las rocallas, a veces a más de 1000 km de distancia.
Con toda seguridad, la búsqueda de los orígenes de los cantos rodados y las rocallas es una tarea atractiva para los coleccionistas, especialmente para aquellos que también están interesados en fenómenos geológicos.

Colección de petrificaciones

Las petrificaciones son restos de vegetales y animales del pasado geológico, incluidos los vestigios de su actividad, que se han convertido en piedra.
El término fósil se utiliza de forma generalizada como sinónimo de petrificación, si bien no es del todo correcto ya que no todos los fósiles se han convertido en piedra, sino que también hay sustancia fósil orgánica.
La colección de fósiles ejerce una gran atracción. Sirve de introducción a muchas áreas científicas, pero también requiere una serie de conocimientos técnicos, entre otras cosas para su recogida, preparación y, principalmente, para su clasificación.
Tales conocimientos no pueden ser transmitidos a través de este libro. Nuestro objetivo es más bien demostrarle al coleccionista que, al igual que colecciona granitos, también puede coleccionar los restos petrificados del pasado.
Aquellos que estén más interesados y los especialistas deben remitirse a la literatura especializada correspondiente.

Formación de las petrificaciones

Normalmente, los vegetales y los animales se descomponen y corrompen poco a poco tras la muerte.
Sólo en contadas ocasiones, los seres vivos o partes de ellos se conservan después de su muerte. Para que esto ocurra es indispensable que queden incrustados rápidamente en un sedimento justo después de su muerte. El lodo calizo y arcilloso de los océanos, los pantanos o los mares poco profundos, el barro de las cuevas o el hielo de las grietas del suelo helado envuelven los cadáveres de los animales o los restos vegetales y, así, les protegen de ser devorados y del oxígeno del aire, que de lo contrario hubiera provocado la descomposición de los organismos por oxidación. Cuanto más fino es el grano del sedimento, tanto más detalles se transmiten.
Las partes duras de los seres vivos tales como las conchas, los caparazones, los huesos, los dientes, las semillas o los restos de troncos se conservan mejor que las partes blandas. Éstas sólo se fosilizan en casos excepcionales por impresión.
Dependiendo del tipo de la solución mineral, distinguimos entre fósiles de transformación silícea (por ácido silícico en ópalo, calcedonia o cuarzo), fósiles carbonizados (por calcita), fósiles piríticos (por pirita y marcasita) y fósiles limoníticos (por hidróxido de hierro en limonita).

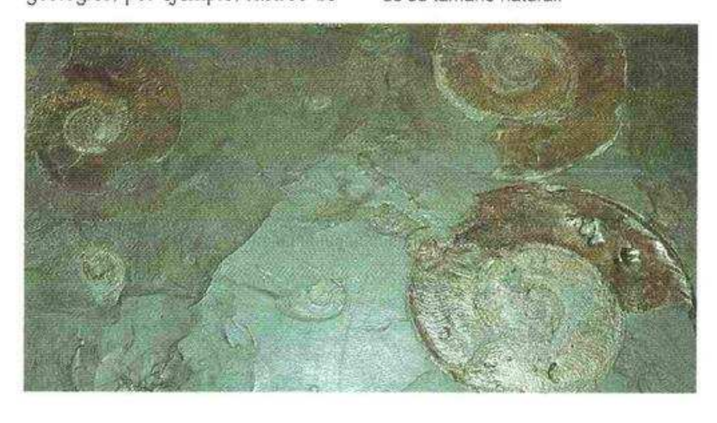


Acumulación de belemnites; Fränkische Alb/Alemania. A la mitad de su tamaño natural.

Estados de conservación
Dependiendo de cómo fueron modificados los organismos por el sedimento y la solución mineral y de cómo han llegado hasta nuestros días en el material de inclusión, existen diversos estados y formas de conservación de los fósiles.
Fósiles corporales En ellos se conservan, en gran parte en su estado original, partes organogénicas del cuerpo, como conchas, huesos, dientes, semillas o frutos. Sólo tuvo lugar una mínima transformación química de sustancias (diagénesis).
Fósiles de impresión En estos fósiles sólo se ha transmitido la forma del cuerpo. No se ha conservado ninguna parte del ser vivo original.
El sedimento envolvente, antes de llegar a endurecerse, hace un molde negativo del organismo. Cuando los líquidos circulantes descomponen el cuerpo, surge un hueco con el molde negativo de esta parte del cuerpo. La sustancia mineral o el material sedimentario de grano muy fino que rellenan este hueco vuelven a formar un molde positivo.
Fósiles de núcleo pétreo Aquí, la cavidad de un fósil es rellenada con material sedimentario o sustancia mineral hasta la parte interior de la concha. Cuando las conchas originales desaparecen, la parte exterior del núcleo pétreo muestra la parte interior de la pared de la concha. Los núcleos pétreos de moluscos, caracoles y amonites están muy difundidos.
Fósiles traza Se trata de un indicio directo de vida en el pasado geológico, por ejemplo, rastros de movimiento de organismos (pistas, huellas del pie, indicios de arrastre), rastros de alimentación (huellas de mordiscos, restos de alimentos, excrementos) y viviendas (madrigueras, galerías).

La madera fósil
En el fondo, la madera fósil es una fosilización normal como otros vegetales. Vamos a hacer algunas observaciones únicamente porque es más conocida que otros fósiles. Normalmente, la madera se pudre después de la muerte del árbol. Sin embargo, si queda incluida en sedimentos de grano fino, es decir, se impide la entrada de oxígeno, se puede conservar de dos formas diferentes, a saber, por carbonización o por transformación silícea.
En la carbonización, la madera se transforma progresivamente en

Amonites en arcilla pizarrosa; Schwäbische Alb/Alemania. A un sexto de su tamaño natural.



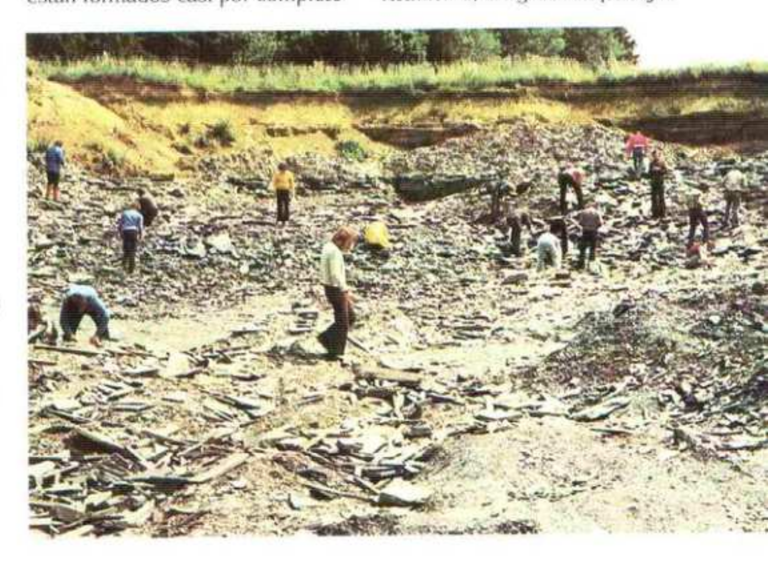
turba, a continuación en lignito y hulla y por último en antracita (véase también página 126).
En la carbonización, se conserva una parte de la sustancia vegetal, el carbono. Sólo se transmite la estructura, es decir, la forma externa y la estructura interna.
Después de la inclusión del trozo de madera en un sedimento fino, se produce una infiltración de agua que contiene ácido silícico, de la que se desprende gel de sílice que, a su vez, es transformado en ópalo y, posteriormente, en calcedonia.
Mientras los compuestos de ácido silícico se establecen en los poros de la madera, simultáneamente el agua circulante disuelve y elimina sustancia vegetal. Así pues, tiene lugar un intercambio de «madera por piedra».
Desde el punto de vista mineralógico, la madera fósil es un pseudomorfismo de calcedonia en madera, es decir, la sustancia es la calcedonia y el aspecto estructural es el de la madera. Véase también página 34. Mediante el intercambio sucesivo de sustancias se conserva la estructura interna de la madera.
A veces, en la madera fósil se puede observar incluso la estructura celular, el tejido medular y los anillos anuales.
Esta estructura interna de las maderas fósiles es especialmente hermosa en las superficies talladas y pulidas. Asimismo, los múltiples colores de la sustancia fósil se vuelven más decorativos mediante el pulido.

Existen maderas fósiles de todas las épocas geológicas desde que hay árboles. El más conocido es el «Bosque fósil de Arizona», en EEUU. Aquí, en la época triásica, miles de enormes troncos fueron arrastrados por las aguas, sometidos a transformación silícica, conservados por grandes capas de sedimentos y, después, despejados por la erosión.

Cómo encontrar petrificaciones
Las petrificaciones únicamente se hallan en las rocas sedimentarias, sobre todo en las arcillas, las calizas y en los carbones poco carbonizados. Normalmente, las petrificaciones de tamaño considerable se encuentran por separado, si bien a veces se concentran en determinados estratos. De vez en cuando, los fósiles pequeños se encuentran en grandes cantidades. En algunos casos, los depósitos sedimentarios están formados casi por completo por estos fósiles, como por ejemplo en el caso de las calizas coralinas de grano fino y en las tierras de diatomeas.
Al igual que en la búsqueda de minerales, el coleccionista de fósiles también puede recurrir a algunas guias de yacimientos. Asimismo, las guías de paisajes



Madera fósil; Patagonia/Argentina.



Búsqueda de fósiles en un escorial; Fränkische Alb/Alemania.

geológicos también contienen informaciones interesantes.
Al fin y al cabo, el factor decisivo para una búsqueda de fósiles culminada por el éxito es la exploración personal del terreno. Una buena preparación teórica siempre será recompensada.
Sin embargo, la primera vez que



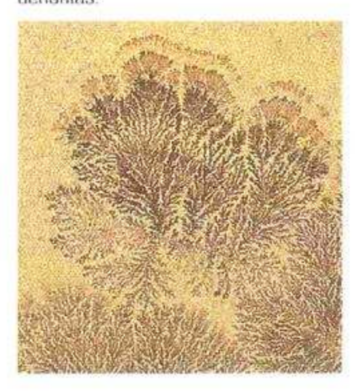
Descubrimiento de calizas que contienen fósiles.

los principiantes vayan a buscar fósiles deberían ir acompañados de un experto para poder comprobar en la práctica los conceptos básicos del coleccionismo. Los aficionados suelen destrozar más de lo que recogen.

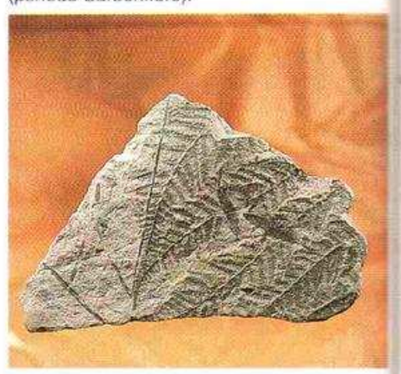
¡Tener en cuenta la normativa y las prohibiciones de recogida!

La recogida de petrificaciones
La mayoría de fósiles están incrustados en las rocas sin que se detecte su presencia desde el exterior. Normalmente hay que desprender las piedras de la roca en la que se sospecha que hay fósiles y abrirlas con la esperanza de encontrar uno.
Dado que los organismos muertos prefieren una posición plana al hundirse en el sedimento, normalmente los fósiles se hallan paralelos a los estratos. Por consiguiente, al buscar fósiles hay que separar las rocas a lo largo de las juntas de los estratos.
Las rocas macizas sin estratificación (por ejemplo, calizas de arrecifes) deben dividirse del modo en que se presenten en la roca.
Los fósiles son relativamente frecuentes en las arcillas pizarrosas. También son posibles los hallazgos corporales de mayor tamaño. Dado que los fragmentos están muy comprimidos y con frecuencia piritizados, la extracción de precisión suele ser bastante difícil.
En las calizas, a veces es casi imposible distinguir los fósiles carbonizados. El fósil y el sedimento de inclusión no se distinguen de la estructura de la roca hasta que ésta se examina con una lupa.
En las calizas, no intente extraer los fósiles mediante golpes, ya que existe el peligro de que los fósiles, de la misma dureza, se desconchen como el material de inclusión.
Los fósiles de transformación silícica son más duros que la piedra caliza. Por consiguiente, los golpes no son tan peligrosos para ellos como para las petrificaciones calcáreas.
En las areniscas de grano grueso es raro que haya fósiles. Las arenas de grano fino contienen más fósiles de transformación silícica que calcáreos. Sin embargo, en total, el contenido en fósiles de las areniscas es considerablemente menor que el de las calizas.
En el lugar de hallazgo, el coleccionista debe separar la pieza de forma que pueda reconocer el

Fósil aparente, formando las dendritas.



Fósil vegetal en arcilla pizarrosa (período Carbonífero).



El meteorito más grande encontrado; granja Hoba, norte de Namibia.



tamaño del fósil. Una vez en casa o en el laboratorio ya puede ponerlo al descubierto. Aquí, los hallazgos pueden ser preparados con todo el cuidado necesario y con los aparatos adecuados.

Los fósiles aparentes
A veces, la naturaleza crea unas formaciones que podrían proceder del reino vegetal o animal pero que, en realidad, no tienen nada que ver con el mundo orgánico. Nos referimos a los fósiles aparentes o pseudofósiles. Éstos están formados, entre otros, por las muñequitas de loess (véase página 133) y las dendritas, parecidas a musgo, y por las eflorescencias de hierro y manganeso en superficies estratificadas o agrietadas tanto en rocas como en agregados minerales.

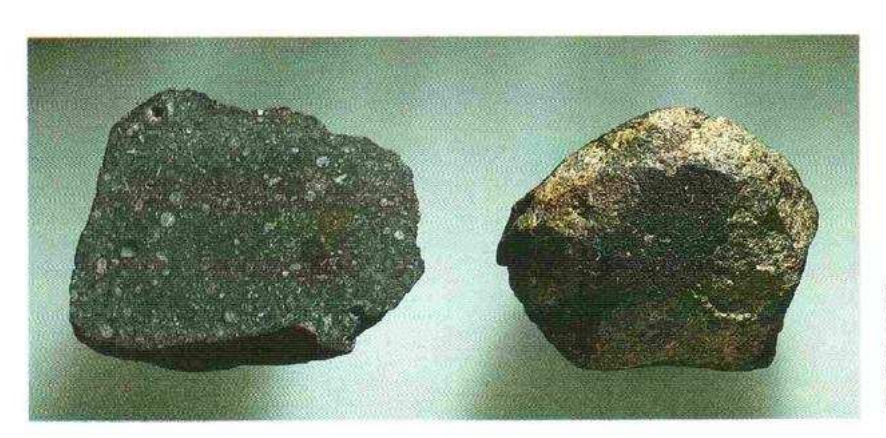
Colección de meteoritos y tectitas

Estrictamente, los meteoritos y las tectitas no son rocas ni minerales. Los meteoritos son componentes del espacio y las tectitas productos secundarios del impacto de meteoritos.

Meteoritos
Pueden considerarse como rocas extraterrestres. Son fracciones sólidas procedentes del espacio.
Muchos meteoritos se desintegran al entrar en la atmósfera, provocando el fenómeno de las estrellas fugaces.
La mayoría de los meteoritos son pequeñas esferas negras, fracciones de unos pocos milímetros. Caen constantemente sobre la Tierra. El aumento anual de este polvo cósmico asciende a miles de toneladas. Los meteoritos grandes son raros. El meteorito más grande encontrado hasta el momento cayó en la época prehistórica en la granja Hoba cerca de Grootfontein, en el norte de Namibia. Ocupa 9 m^3 y pesa más de 50 toneladas.
Los meteoritos muy pesados no pueden aterrizar suavemente sobre la Tierra. La atmósfera apenas los frena, se precipitan sobre la Tierra a una velocidad



Sideritos, a la izquierda con costra de erosión (cráter de Arizona/EEUU), a la derecha tallado con figuras de Widmannstätten (Toluka/México). Tamaño natural.



Aerolitos, a la izquierda pulido (Allende/México), a la derecha con costra de erosión (Allende/México). Tamaño natural.

cósmica de 20 a 70 kilómetros por segundo, quedan destrozados y se evaporan por completo. Como consecuencia se producen procesos de recargue por fusión en las rocas de la superficie terrestre. Al impactar sobre la Tierra, los meteoritos grandes abren unos cráteres redondos. En la Tierra se han descubierto unos 50 cráteres de meteoritos grandes. Además, muchos centenares de cráteres más pequeños fueron provocados por numerosas dispersiones de meteoritos.

El cráter meteórico más conocido e investigado es el cráter Barringer o cañón del Diablo, en Arizona, originado hace 30 000 años en Winslow, Arizona/EEUU. Tiene un diámetro de 1220 m y una profundidad de 175 m. Nunca se ha encontrado un cuerpo meteórico principal, pero hasta el momento se han recogido más de 20 toneladas de hierro meteórico en forma de escombros. Uno de los cráteres meteóricos más grandes del mundo es el Nördlinger Ries, una depresión de 25 km de amplitud y una profundidad de originariamente 500 m pero en la actualidad de tan sólo 200 m entre los montes Jura de Suabia y de Franconia. El meteorito se evaporó por completo al producirse el impacto y nunca se ha hallado ni un solo fragmento de éste.

Los meteoritos, según la composición, se dividen en sideritos (meteoritos ferríferos), aerolitos (meteoritos pétreos) y siderolitos.

Sideritos Los sideritos (también llamados hierro meteorítico), que son los meteoritos más interesantes, se componen principalmente de hierro y níquel, con un bajo contenido en cobalto y cobre. En la Tierra, esta composición no se presenta en los minerales metalíferos ni en ningún otro. Sobre las caras pulimentadas y corroidas por el ácido nítrico, en algunos meteoritos se observa una fina estriación paralela o cruzada y, en los sideritos con un alto contenido en níquel, un sistema de laminillas denominado figuras de Widmannstätten. En la Tierra no existe ninguna estructura en viguetas de este tipo. Hasta ahora no ha sido posible reproducir este sistema de laminillas de forma artificial. Hay que aplicar una capa de esmalte transparente sobre los sideritos pulidos como protección antioxidante.

Aerolitos Los aerolitos (meteoritos pétreos) son parecidos a las rocas terrestres por su contenido en minerales. Su composición es similar a la de las peridotitas o los gabros, si bien la estructura interna no tiene ningún equivalente en la Tierra.

Muchos aerolitos presentan una costra de fusión negra y brillante. Los aerolitos caen sobre la Tierra con más frecuencia que los sideritos. Sin embargo, debido a su mayor sensibilidad a la erosión y a su similitud con las rocas terrestres se encuentran con menos frecuencia que los sideritos, más llamativos.

Siderolitos Estos meteoritos son un término medio entre los sideritos y los aerolitos. Se componen aproximadamente a partes iguales de silicatos y de ferroníquel. Constituyen menos del 10 % de todos los meteoritos.

Tectitas

Las tectitas, también denominadas vidrio cósmico, son producto del impacto de meteoritos gigantes sobre la superficie terrestre. Como consecuencia de la gran velocidad de choque, estos meteoritos se evaporaron junto con las rocas del lugar del impacto. A partir de los productos de evaporación expulsados a la atmósfera, se condensaron en formaciones en forma de gota y volvieron a caer sobre la Tierra como piedras vítreas amorfas.

Así pues, las tectitas se encuentran a una cierta distancia de los cráteres meteóricos en campos de dispersión. Se han hallado millones de tectitas. Las tectitas son de color entre verde y negro, en contadas ocasiones amarillento, y tienen una superficie más o menos granulada. Sólo esporádicamente se observan formaciones grandes del tamaño de una manzana, ya que por regla general las tectitas apenas miden más de 3 o 4 cm. No poseen costra de fusión.

Hallazgo de grandes meteoritos (según M. Warth, 1976)

Hoba en Tsumeb, Namibia (1920), siderito	54 400 kg
Cabo York (Ahnighito), Groenlandia (1894), siderito	33 100 kg
Bacubirito, Sinaloa, México (1902), siderito	24 400 kg
Chupaderos, México (hacia 1600), siderito	23 500 kg
Williamette, Oregón, EEUU (1902), siderito	14 060 kg
Mundrabilla, Australia (1966), siderito	12 000 kg
Morito, México (hacia 1600), siderito	9 972 kg
Norton County, Nebraska, EEUU (1948), aerolito	1 778 kg
«Provincia de Kirin», China (1976), aerolito	1 770 kg
Paragould, Arkansas, EEUU (1930), aerolito	340 kg
Knyahinya, Ucrania (1866), aerolito	308 kg
Ensisheim, Alsacia, Francia (1492), aerolito	127 kg

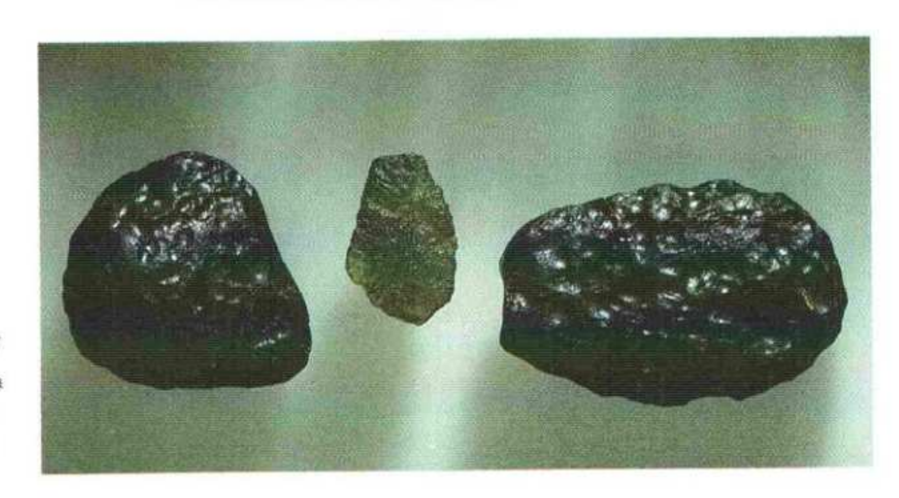
Las tectitas de color verde oscuro o negruzco del «país de los Moldavos» (Bohemia) con una superficie rasgada o rodada se denominan moldavitas.

Antiguamente, las variedades transparentes de color verde botella se tallaban como piedras ornamentales. Su formación se debe al impacto de meteoritos que se esparcieron a más de 200 km de distancia de la caldera del Ries.

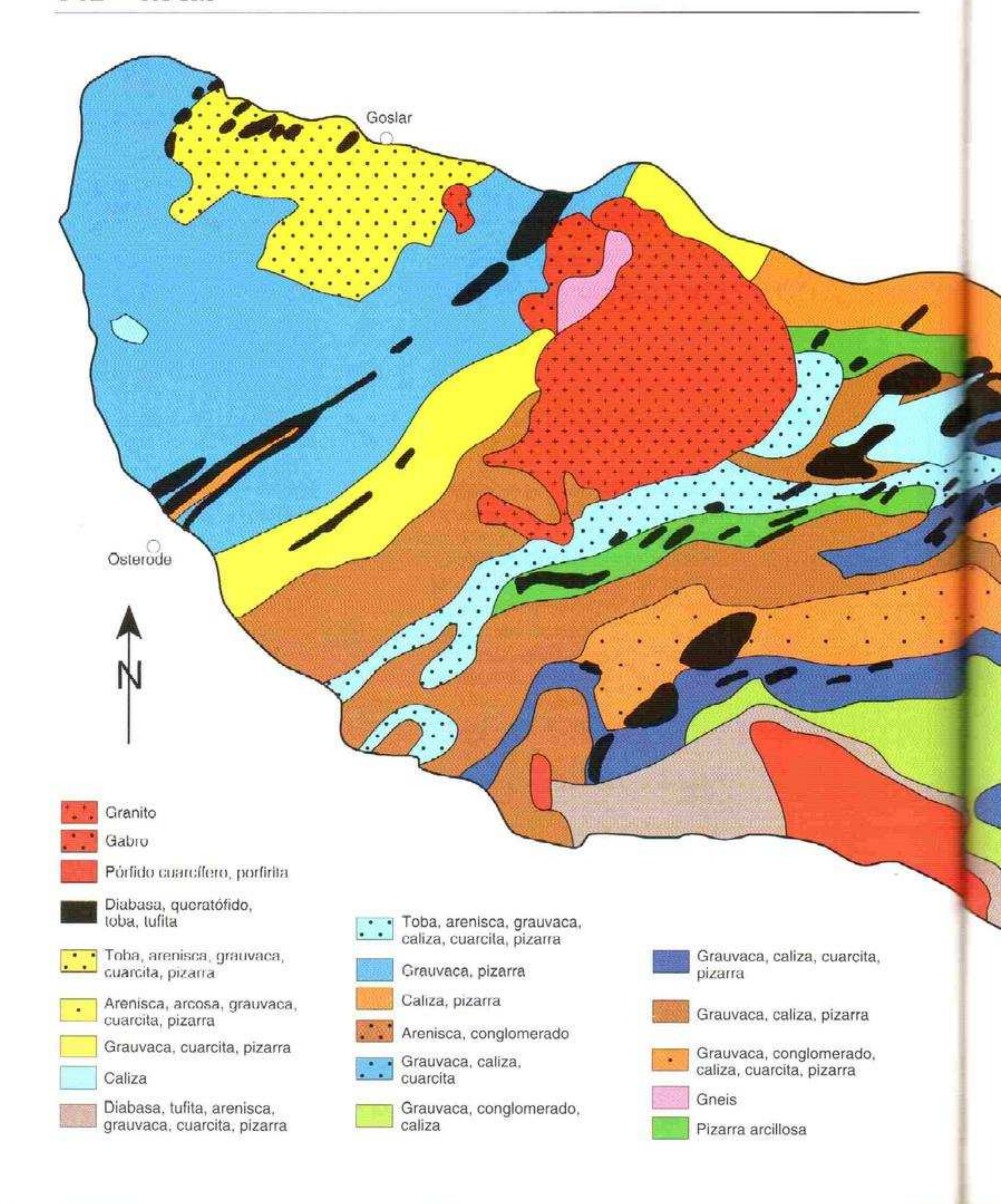
La compra de meteoritos y tectitas

En general, es casi imposible que un coleccionista encuentre meteoritos y tectitas en la naturaleza. Hay que comprarlos e intercambiarlos. En todas las bolsas y exposiciones de minerales se pueden comprar meteoritos y tectitas.

Hay que tener cuidado, ya que en el mercado también hay muchas falsificaciones.



Tectitas, izquierda y derecha, con superficie granulada (Tailandia); centro, fragmento de una moldavita. Tamaño natural.

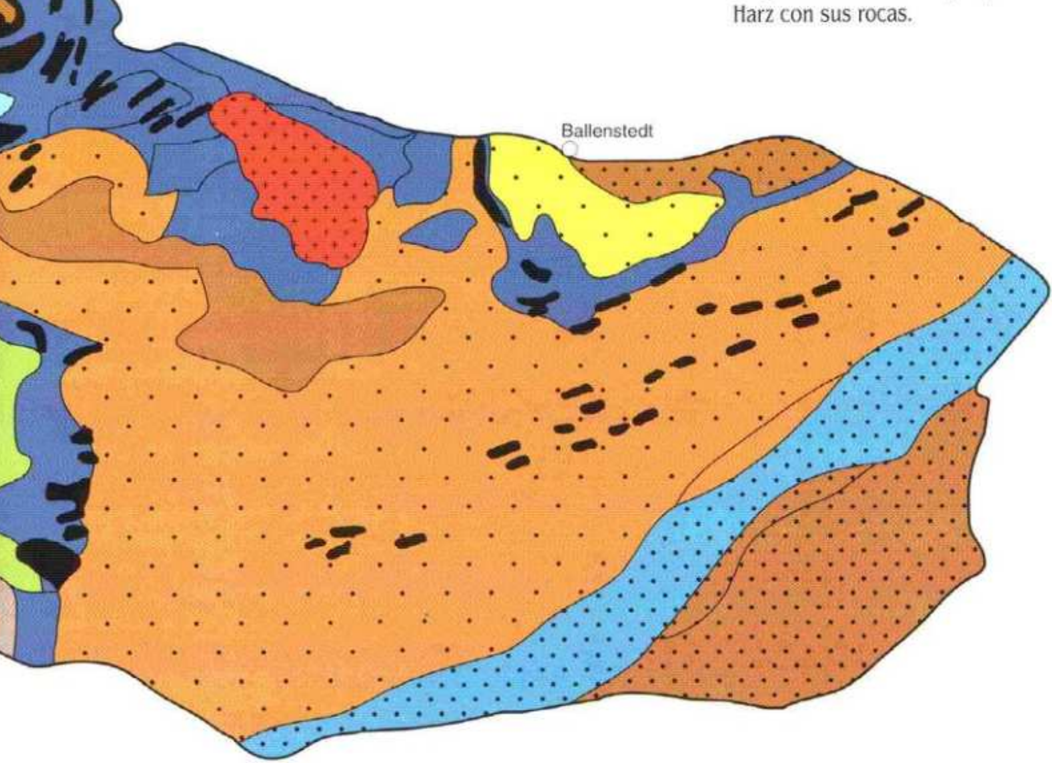

Goslar
Osterode
N
Granito
Gabro
Pórfido cuarcífero, porfirita
Diabasa, queratófido, toba, tufita
Toba, arenisca, grauvaca, cuarcita, pizarra
Arenisca, arcosa, grauvaca, cuarcita, pizarra
Grauvaca, cuarcita, pizarra
Caliza
Diabasa, tufita, arenisca, grauvaca, cuarcita, pizarra
Toba, arenisca, grauvaca, caliza, cuarcita, pizarra
Grauvaca, pizarra
Caliza, pizarra
Arenisca, conglomerado
Grauvaca, caliza, cuarcita
Grauvaca, conglomerado, caliza
Grauvaca, caliza, cuarcita, pizarra
Grauvaca, caliza, pizarra
Grauvaca, conglomerado, caliza, cuarcita, pizarra
Gneis
Pizarra arcillosa

Colección de rocas de una región

El que se sienta especialmente ligado a una región, por ejemplo a una provincia, un macizo montañoso determinado, una zona montañosa o una región de vacaciones, debería coleccionar las rocas de esa zona.

Las diferencias entre los tipos de rocas y sus variedades conducen al coleccionista directamente a la geología de ese entorno. Ante él se abre un desarrollo geológico de muchos millones de años. Antes de acudir al terreno, hay que preparar teóricamente muy bien la búsqueda de rocas. Los libros (guías geológicas, descripciones de viajes, descripciones geográficas de la región), los mapas geológicos y las revistas especializadas para coleccionistas de rocas contienen información sobre la dotación petrográfica del lugar.

La representación cartográfica de la zona de recogida con una distribución de las rocas es muy útil para obtener una visión de conjunto. Sirva como ejemplo el Harz con sus rocas.

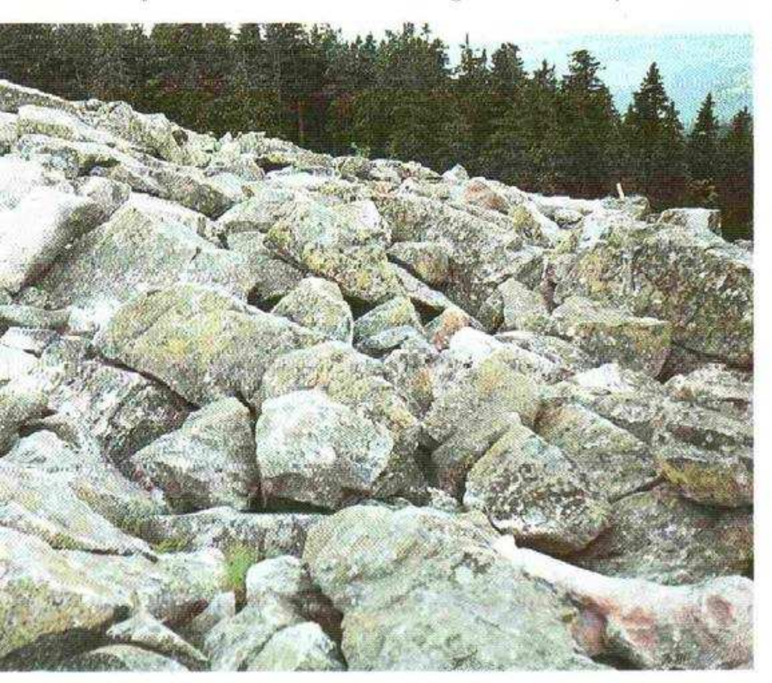


Las montañas del Harz como ejemplo de un esbozo cartográfico, como debería realizar el coleccionista de forma puramente teórica como visión de conjunto. Al visitar cada una de las regiones, se dará cuenta en seguida de que la diversidad de las rocas del lugar es todavía mucho mayor tanto en su extensión horizontal como en su distribución vertical. (Según K. Mohr y col. muy simplificado.)

Cómo conseguir y adquirir las rocas

La obtención de rocas en la naturaleza es más fácil que la de minerales, ya que las rocas ocupan grandes superficies y no son tan sensibles como los agregados cristalinos.
Dado que, en general, sólo se coleccionan piezas del tamaño de la mano, hay que levantar trozos de roca desprendidos (si es posible) antes de extraer ejemplares de la roca compacta. En el yacimiento, anote todos los posibles datos para una posterior rotulación de los fragmentos hallados, ya que el valor de una colección no sólo se mide por la belleza y el estado de conservación de cada una de las piezas sino también por una indicación precisa y detallada del lugar de hallazgo.
Las fotografías y los bocetos a mano pueden resultar sumamente útiles para este fin.

La recogida de trozos de roca
Las piezas de colección se pueden recoger al pie de paredes escarpadas y de acantilados. Asimismo, los derrumbamientos de montaña proporcionan material desmenuzado. Incluso en los picos hay fragmentos sueltos cuando la roca es dividida en fragmentos afilados por efecto del hielo. En la Selva de Baviera, por ejemplo, varios picos están cubiertos por estos escombros, los denominados mares de bloques. Recoja sólo aquellas piezas que todavía estén «sanas» en el núcleo, es decir, no erosionadas y sin alteraciones de color.
Precisamente los fragmentos sueltos del suelo son erosionados con relativa rapidez por factores climáticos o se cubren de líquenes. Parta el fragmento con un golpe de martillo para poder valorar su interior.
En muchos lugares, las piedras se acumulan al borde de los campos como murallas, cubiertas por una capa de tierra más o menos gruesa, y no son despejadas hasta que se labra la tierra o cuando llueve. Estas rocas así dispuestas pueden ser una auténtica mina para el coleccionista.
La recogida de piedras en los escoriales de las morrenas vale la pena. Dependiendo de la zona afectada por los antiguos glaciares pueden encontrarse tipos de rocas muy diversos. A pesar del transporte de unos cuantos cientos de kilómetros de distancia, además de rocas magmáticas y metamórficas cristalinas duras, aquí también hay areniscas, calizas y pizarras. Si hubieran sido transportados por



Acumulación de rocas o mar de bloques de escombrera; Lusen/Selva de Baviera.



Cantera de arenisca calcárea, en funcionamiento desde tiempos de los romanos; St. Margarethen/Burgenland, Austria.

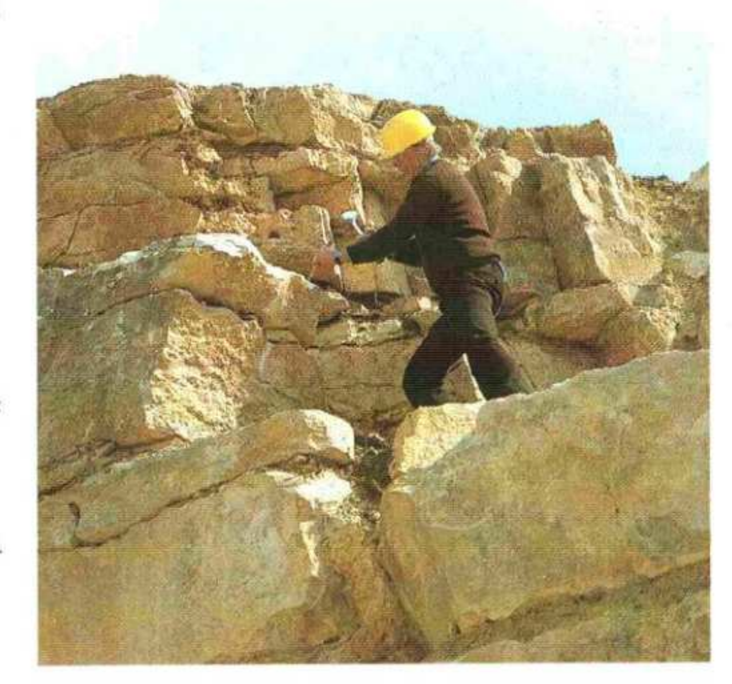
A ser posible, evitar las laderas escarpadas.

¡Llevar casco y gafas protectoras en todos los trabajos con el martillo!

Buscar siempre un pie firme y no situarse nunca sobre piedras bamboleantes.
Para información sobre el equipo de protección en los trabajos sobre el terreno, véase página 160 y sobre el equipo de trabajo, página 162.

un río, estos fragmentos de piedra hubieran sido triturados y pulverizados al cabo de unos pocos kilómetros.
Las piedras recién extraídas no tienen que limpiarse. En los otros casos, véase las instrucciones de limpieza de minerales de la página 83, que también son válidas para las rocas.

Un trozo de roca
Allí donde no haya ningún fragmento de roca o ninguno aprovechable en el suelo, hay que intentar desprender trozos. Primero, hay que buscar un lugar en el que se pueda trabajar bien con el martillo y el escoplo y no haya peligro de desprendimientos.



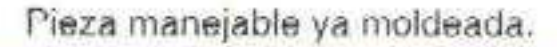
Extracción de muestras de caliza; Fränkische Alb/Alemania.

Compra e intercambio de rocas

Sólo en algunas tiendas especializadas se pueden comprar rocas, a diferencia de los minerales. Ni siquiera en las bolsas de minerales y fósiles es habitual encontrar rocas de aspecto «normal».

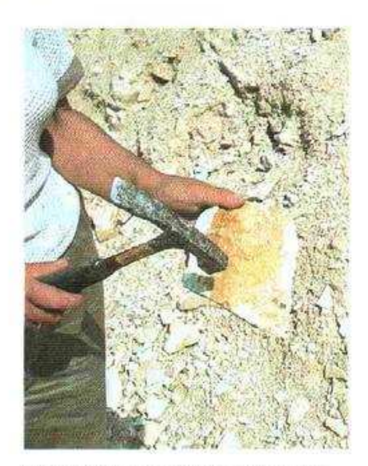
Los picapedreros u otros profesionales dedicados al trabajo con piedras pueden proporcionar a los coleccionistas algunos restos. Sin embargo, hay que tener cuidado con los nombres de rocas utilizados por éstos. Los nombres comerciales en muchas ocasiones no se corresponden con las definiciones científicas.

Asimismo, las posibilidades de intercambio de rocas son escasas. Hace muy pocos años que existen asociaciones y reuniones de coleccionistas de rocas con los mismos intereses. Éste es el círculo ideal para el intercambio. Las direcciones de estas asociaciones de coleccionistas y las sesiones de intercambio se pueden encontrar en las revistas especializadas para coleccionistas de rocas y minerales. Las posibilidades de intercambio a través de anuncios son las mismas que en la colección de minerales; véase las indicaciones de la página 76.





Pieza manejable ya moldeada.



Moldeado con la cabeza del martillo.

Una posibilidad de ampliar la colección de rocas sin ninguna carga económica pueden ser los «regalos» de viaje de buenos amigos. Si bien el nombre técnico del ejemplar puede no ser correcto, los datos sobre el lugar de hallazgo tienen que ser correctos en todos los casos. La clasificación puede realizarla uno mismo.

Moldeado de piezas manejables

Hay que dar una forma manejable a los trozos de roca en el yacimiento. La herramienta adecuada para ello es la cabeza angular del martillo de geólogo. Si un fragmento se rompe al darle forma, en el lugar de recogida se pueden encontrar suficientes rocas para sustituirlo.

Hay que moldear las piezas de forma que no sea visible ningún rastro de golpes, es decir, ninguna zona aplastada. Después de cada martillazo, la piedra tiene que parecer separada de forma natural, recién desprendida. El tamaño de las piezas manejables depende del objetivo de colección y de los objetos. Para las colecciones de vitrina hay que elegir un tamaño de 8,5 × 11,5 cm; por otra parte los ejemplares individuales se pueden guardar en estuches de 9 × 12 cm. Para muchos coleccionistas, este tamaño resultará muy costoso.

En la mayoría de los casos, los formatos más pequeños cumplen la misma función.

Lo importante es que no se pierda ningún rasgo típico al dar forma a la piedra.

Naturalmente, no se pueden moldear los fragmentos de roca con particularidades interesantes como inclusiones grandes o estructuras minerales esféricas sólo para conseguir un formato manejable. Cuanto más grandes son estos ejemplares con formaciones especiales tanto más valiosos son.

El grosor de las piezas manejables depende de la solidez de la roca. Un granito puede ser relativamente delgado, de 1 o 2 cm, y, sin embargo, una toba calcárea tiene que ser 2 o 3 veces más gruesa para que no se rompa.

Los que quieran pulir las piezas por un lado para rotularlas o para avivar la estructura fina, tienen que escoger un grosor un poco mayor para garantizar una consistencia estable de la pieza.

Dónde buscar las rocas

La mayoría de las rocas de la superficie terrestre están ocultas, cubiertas por estratos y escombros de meteorización. En alta montaña, en los acantilados o en las canteras están al descubierto.
Cuando buscamos rocas con un objetivo determinado, no podemos limitarnos a unas explicaciones conocidas sino que necesitamos información sobre la distribución de todas las rocas y, por lo tanto, también de aquellas zonas que no podemos ver como consecuencia de revestimientos extraños.
Para ello existen distintos tipos de ayuda. Las rutas geológicas educativas ofrecen a sus visitantes una introducción ideal al reino de las rocas.
La bibliografía geológico-petrográfica especializada menciona la presencia de las rocas y los mapas muestran su distribución topográfica.
Actualmente, las guías turísticas internacionales también hacen referencia a los lugares de interés paisajístico-geológico.
La búsqueda de rocas siempre debe ir precedida de una buena preparación teórica.

Rutas geológicas educativas
Cada vez más municipios ofrecen «rutas geológicas educativas». Éstas permiten conocer la geología y las rocas de sus alrededores bajo dirección técnica.
Los «lugares para picar», en los que se pueden desprender, partir y, finalmente, moldear rocas con un martillo y un escoplo proporcionan una auténtica combinación de la teoría de la ruta

Las rutas geológicas educativas ofrecen tanto a los turistas como a los coleccionistas de rocas una gran cantidad de información valiosa.



geológica educativa con las rocas autóctonas.
Programas básicos sobre geología, petrografía, mineralogía o fósiles así como excursiones completan, si así lo desea, unas vacaciones activas y ricas en experiencias.

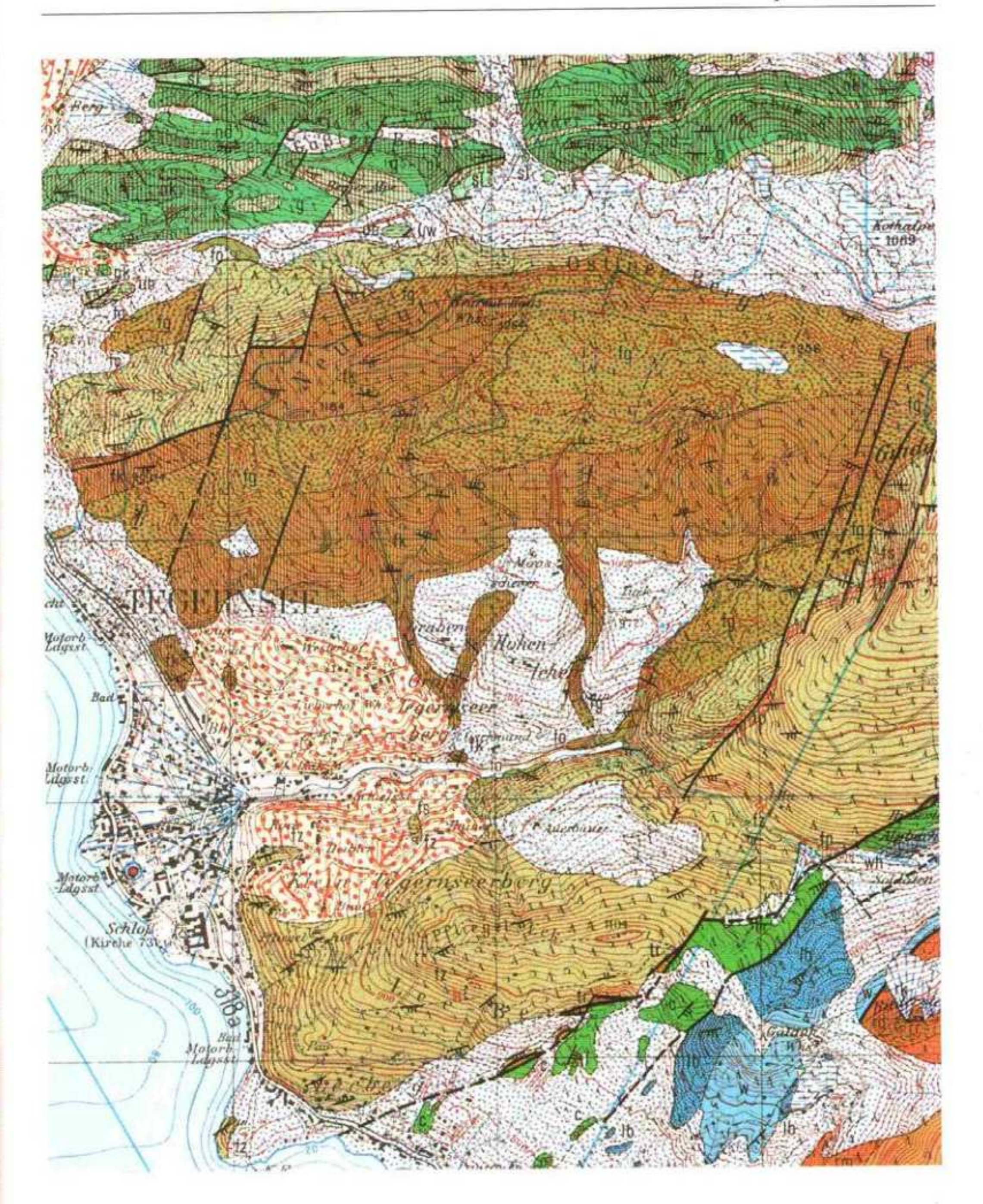
Información en la bibliografía especializada
Existe una gran variedad de libros en los que se puede conseguir información sobre los tipos de roca y su distribución.
Los libros especializados denominados «guías geológicas», por ejemplo, ofrecen una buena introducción en las relaciones geológico-petrológicas de un paisaje. Tratan de una zona determinada, están concebidas desde un punto de vista científico, pero vale la pena que las personas interesadas las lean, aunque no sean expertas.
Hay guías de este tipo de muchos parajes. También hacen mención de la presencia de rocas al descubierto y de peculiaridades geológicas que se encuentran en correlación con las rocas. El texto se complementa con mapas, esquemas y perfiles geológicos. La extensa bibliografía proporciona más vías de información.
Las descripciones geográficas de una región determinada también contienen a menudo buenas explicaciones sobre geología y distribución de las rocas en la región y enumeran la gran variedad de tipos de roca que existe precisamente en zonas reducidas.
Las guías de yacimientos minerales (véase página 80) también son una buena guía de rocas, ya que siempre hacen alusión a las rocas madre de las que se pueden extraer los minerales. En las distintas revistas especializadas para coleccionistas de rocas y minerales se pueden encontrar artículos sobre rocas y su distribución. La información de estas revistas es especialmente apreciada debido a sus referencias actualizadas.
Guías turísticas Hace tiempo que las guías turísticas han reconocido la importancia de la información geológica debido a la creciente compenetración de la población con la naturaleza y, en la actualidad, ofrecen datos bastante satisfactorios sobre los elementos paisajísticos más diversos.
Precisamente la correlación de las rocas que conforman el paisaje y de la erosión climática de las mismas proporciona al viajero moderno una auténtica compenetración con tal o cual atracción geológica.

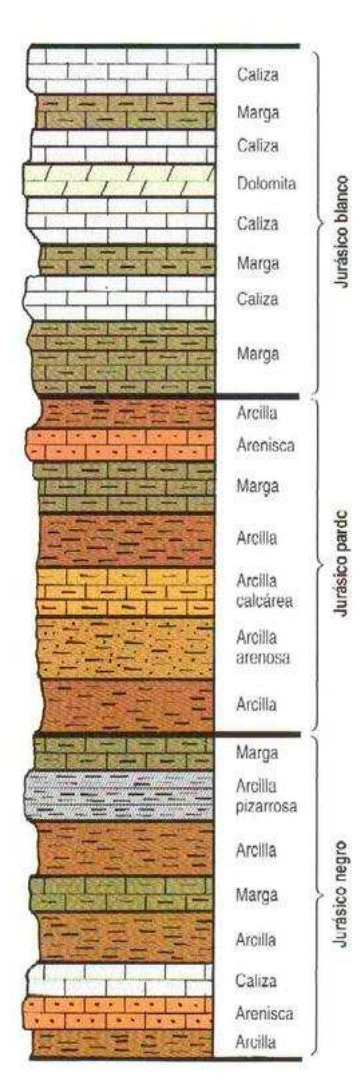
Información en mapas
Muchos mapas aportan datos sobre la presencia y distribución de rocas. Sólo hay que saber «leerlos». Los mapas geológicos tienen una gran importancia para los coleccionistas.
Los mapas geológicos El estudio de mapas geológicos es indispensable para la preparación de una excursión geológica o de una salida de recogida petrográfica.



Segregación esférica de una roca volcánica (diabasa), denominada rosa pétrea; Saalburg/Turingia, Alemania.

Detalle del mapa geológico de Baviera ▶ 1:25 000, hoja 8236 Tegernsee. Fuente: Oficina Geológica de Baviera.


TEGERNSEE
Hohen
Klein Tegernseerberg
Schloß
(Kirche 731)
Motorb.
Ldgsst.
Bad
318a
Kothalpe
1069



Los mapas geológicos muestran con colores la distribución de los grupos de rocas principales (por ejemplo, rocas sedimentarias), de cada familia de rocas (por ejemplo, familia del gabro) y, también, de distintos tipos de roca (por ejemplo, basalto) por debajo del estrato superior. Por así decirlo, hay que olvidarse de la capa de tierra superpuesta si se quiere entender la distribución de las rocas en los mapas geológicos. En la leyenda correspondiente se explican los colores y los signos empleados en el mapa.

La mayoría de mapas geológicos cuentan con unos cuadernos explicativos en los que el coleccionista puede encontrar más información, por ejemplo descripciones detalladas de yacimientos, análisis de rocas o datos sobre el desarrollo geológico.

Mapas geológicos especiales

Hay mapas geológicos especiales muy diversos. A veces, pueden proporcionar al coleccionista información importante, por ejemplo sobre explotaciones de piedra natural, distribución de tipos de rocas concretos o rocas al descubierto de importancia petrológica.

En las bibliotecas públicas, en institutos geológicos, en librerías técnicas o a través de bibliografía secundaria hay que intentar descubrir qué mapas específicos existen sobre la zona de recogida que se tiene en mente.

Izquierda: perfil geológico vertical del Schwäbische Alb (esquematizado).

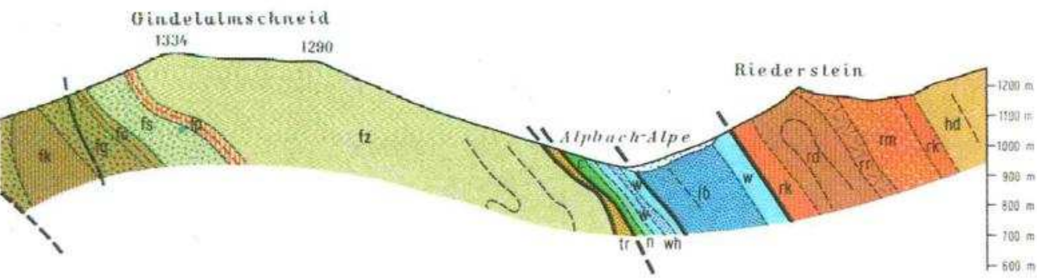
Abajo: perfil geológico longitudinal. Mapa geológico de Baviera 1:25 000, hoja 8236 Tegernsee.

El perfil geológico

Mientras que los mapas geológicos sólo nombran las rocas situadas encima de todo (por debajo de la capa de tierra más blanda), las secciones verticales a través de la corteza terrestre superior, los llamados perfiles geológicos, muestran las rocas que se encuentran a más profundidad.

En ocasiones, en una única roca al descubierto se puede obtener un gran número de tipos de roca diferentes.

A veces, los perfiles geológicos acompañan a los mapas geológicos y siempre son un componente fundamental de los cuadernos explicativos de los mapas geológicos.



Identificación de las rocas



Montañas de piedra caliza con paredes escarpadas y riscos afilados; región de Langkofel/Dolomitas, Italia.

En el momento de determinar las rocas, el coleccionista debería trabajar de mayor a menor, es decir, valorar primero las formas del paisaje, después las estructuras de estratificación y de erosión y, finalmente, la estructura de un pequeño fragmento. Los especialistas consultan, además, microsecciones.



Formas del paisaje

Con frecuencia, en base a las formas del paisaje ya se puede aventurar algo sobre el tipo de rocas.

Las grandes formas redondeadas de las montañas, como se presentan en la Selva Negra y los Vosgos, el Odenwald y los Alpes centrales o los montes limítrofes entre Noruega y Suecia, denotan la presencia de rocas graníticas, gnéisicas o pizarrosas. En cambio, las paredes escarpadas y los riscos recortados apuntan hacia rocas calcáreas. Los Alpes calcáreos del norte y del sur son representantes típicos de estas formas del paisaje.

En las montañas volcánicas (Vesubio, Rhön, Vogelsberg), naturalmente es de esperar en primer lugar rocas volcánicas.

En cada caso hay que comprobar rigurosamente si las rocas que conforman el relieve general de un paisaje están realmente representadas en el lugar de la extracción de muestras, ya que a menor escala pueden haberse intercalado otras rocas no formadoras del paisaje o cubrir a las «formadoras del paisaje». En tal caso, quizás el estudio de las estructuras de estratificación y de erosión de las rocas sirva de ayuda.

Estructuras de estratificación

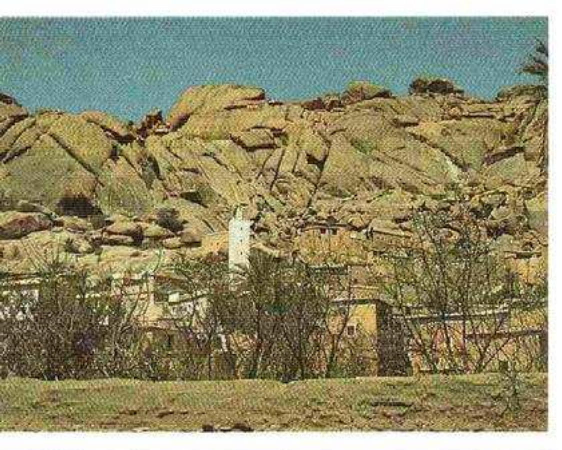
Debido a la distinta formación de los tipos de rocas, sus condiciones de estratificación y, dependiendo de éstas, también las estructuras de erosión son diversas.

Roca maciza En las rocas plutónicas no se observa ninguna dirección de estratificación de índole alguna. Se habla de estructura maciza.

Dado que las grietas principales están alineadas verticalmente, cuando hay erosión se forman (sobre todo en lo alto de la roca) estructuras redondeadas en forma de saco de lana.

Masas montañosas graníticas de formas suaves y redondeadas; Vosgos/Francia.





Estructuras de erosión redondeadas en roca granítica; oasis de Tafraout/ Marruecos.



Depósitos columnares en roca basáltica; Druidenstein (piedra de los druidas), Westerwald/ Renania-Palatinado, Alemania.



Estratos volcánicos de toba, deformados por escombros pétreos de distinto tamaño; Niedermendig/ Eifel, Alemania.

En el clima húmedo alterno, se originan montañas en forma de campana y de pilones de azúcar debido al desconchado, y en la cima de las montañas de altura media, cúmulos de piedras afiladas. En la zona litoral húmeda periódicamente, se puede producir una erosión porosa.

Al igual que las rocas plutónicas, las calizas de arrecifes y las rocas metamórficas no están estratificadas, es decir, son de estructura maciza.

Como otras piedras calizas, las calizas de arrecifes presentan estrías de separación, grietas y cavidades más o menos grandes. Si bien nunca están distribuidas sobre amplias zonas, imprimen carácter al paisaje por su aspecto macizo y escarpado.

Las rocas macizas metamórficas son relativamente difíciles de reconocer, ya que no presentan estructuras llamativas ni formas de meteorización características.

A veces, se las puede reconocer por las rocas vecinas y por la situación genética, pero a menudo es necesario realizar exámenes mineralógicos.

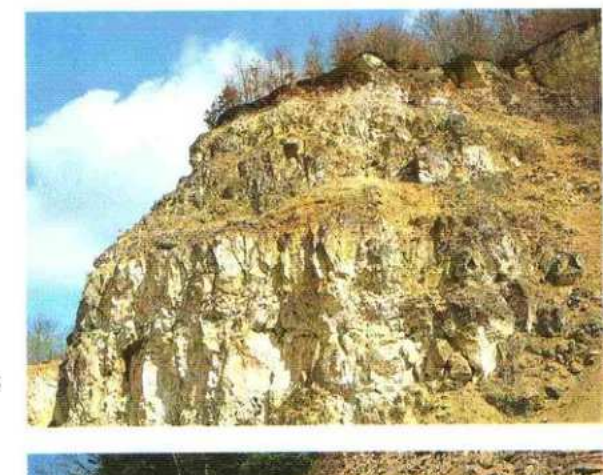
Dirección de fluencia y estructura columnar En las rocas magmáticas, a veces se observan revestimientos estratificados como consecuencia de erupciones volcánicas que se han sucedido reiteradamente. A menudo se puede reconocer una estructura de fluencia.

Las estructuras columnares son características de las rocas volcánicas. Se forman por contracción al enfriarse la lava derramada.

Roca estratificada La toba volcánica está estratificada, pero de forma diferente a las rocas sedimentarias. En la toba, las capas de estratos se ven interrumpidas constantemente por escombros pétreos más grandes y, por consiguiente, los límites de los estratos no son rectos ni paralelos. En la mayoría de rocas calizas y, también, en las areniscas, normalmente se observan unos límites de los estratos marcados y rectos. Además, la caliza presenta un gran número de grietas y está llena de cavidades. A veces existen sistemas de cavidades extensos. Las estructuras de erosión de la arenisca varían dependiendo del grado de compactación y de la composición mineralógica. En las areniscas de grano homogéneo y ricas en cuarzo, la estratificación y el agrietamiento vertical provocan una descomposición en forma de sillería de partes afiladas de la roca.
Roca esquistosa Muchas rocas metamórficas están laminadas, es decir, presentan una estructura paralela alineada. Sus formas de meteorización son suaves, sin estructuras marcadas.

Contextura de las rocas

Para identificar con más exactitud los trozos de roca, es necesario examinar la estructura fina (o contextura de las rocas), como la dirección estructural, el volumen de poros y el contenido fósil. Pero a veces sólo los análisis mineralógicos tanto cualitativos como cuantitativos dan una clasificación segura de la roca. Pero esto no es posible sobre el terreno. Por lo tanto, hay que



Dolomita de bancos gruesos, por lo demás en gran parte maciza; Fränkische Alb/Alemania.

Caliza estratificada, llamada cal de conchas; Baden-Wurtemberg/ Alemania.



Pizarra arcillosa con estructura paralela marcada, denominada esquistosidad; Valais/Suiza.

recoger muestras para poder analizar la contextura de la roca con toda tranquilidad en casa.

Toma de muestras Cuanto más grande es el ejemplar encontrado, tanto más apropiado es para ser examinado. No obstante, normalmente las posibilidades de transporte actúan de forma reguladora. En general, las piezas del tamaño de la cabeza ya son muy difíciles de transportar. De todos modos, las muestras no deberían ser más pequeñas que las llamadas piezas manejables (aproximadamente 8 × 10 cm).

Al tomar las muestras, procure que los fragmentos sean frescos, es decir, que no estén erosionados. En caso necesario, golpear las muestras por dos lados. Si existe un lado erosionado verticalmente hay que dejarlo, ya que podría ser útil para el análisis mineralógico. La preparación general de la pieza debe realizarse necesariamente en el lugar de toma de la muestra, ya que si se rompe accidentalmente se puede moldear en seguida otro fragmento.

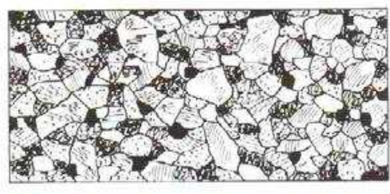
Si se lleva dos fragmentos a casa, podrá partir uno durante el análisis sin poner en peligro el ejemplar de muestra.

Procure siempre que la muestra de roca sea realmente representativa del lugar de extracción.

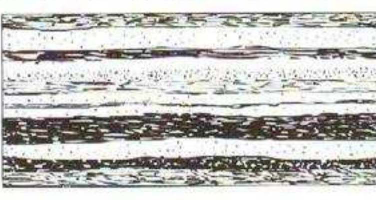
Dirección estructural Al igual que en el caso de las estructuras de las rocas, lo primero que hay que mirar es la disposición de los minerales en la roca. Ésta puede ser maciza (es decir, no alineada), estratificada o esquistosa o, en ocasiones, presentar una contextura fluidal.

Volumen de poros El volumen de poros varía según el origen del

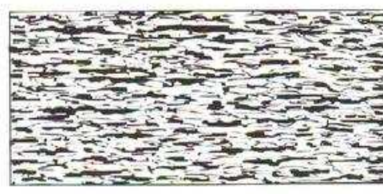
Contextura de las rocas



Estructura maciza: los minerales están entremezclados, sin ningún orden ni dirección. Es típica de las rocas plutónicas, de la mayoría de rocas volcánicas, de las calizas de arrecifes, de los arrecifes dolomíticos, de los mármoles y de la mayoría de peñascos.



Estratificación: una sedimentación con juntas transversales continuas, originadas por la alteración de las condiciones de sedimentación. Es típica de las rocas sedimentarias excepto las calizas de arrecifes, los arrecifes dolomíticos y las morrenas.

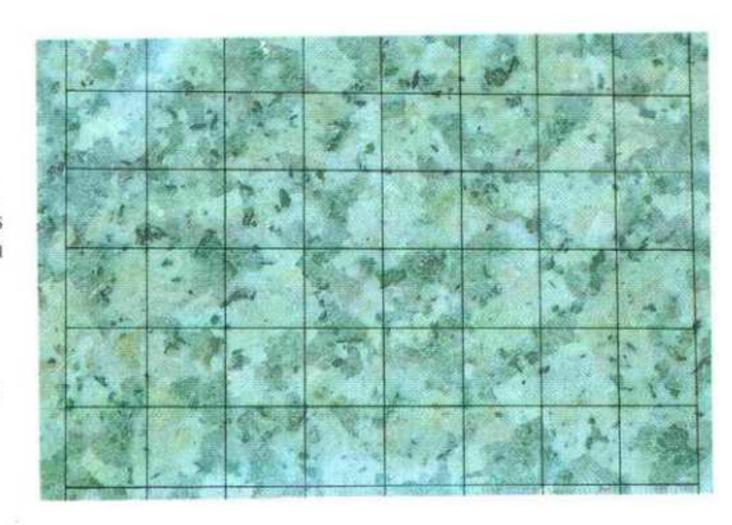


Esquistosidad: una estructura paralela sin juntas de separación continuas. Se origina por la alineación de minerales aplanados y alargados como consecuencia de altas presiones. Es típica de los gneis y las pizarras.



Estructura fluidal: minerales sueltos o cavidades porosas están dispuestos en la dirección de fluencia de la lava. Es típica de algunas rocas volcánicas.

Cuadrícula auxiliar para contar los componentes de rocas de grano grueso.



tipo de roca. Las rocas plutónicas, las rocas sedimentarias compactas y las rocas metamórficas tienen un volumen de poros muy reducido. Los poros no se pueden ver a simple vista en las piezas de tamaño manejable.
Si el material magmático contenía muchos gases, se conserva un gran número de poros milimétricos. Éstos son un rasgo característico de las rocas volcánicas.

Contenido fósil Los indicios de vida de animales y plantas (fósiles) aparecen principalmente en las rocas sedimentarias, sobre todo en las calizas, la marga y la arcilla. En las dolomitas, los fósiles son muy raros y la mayoría fue destruida durante su transformación (diagénica) a partir de piedra caliza. En el mármol «auténtico», es decir, en el mármol metamórfico, nunca hay fósiles. Esporádicamente, en los depósitos de toba volcánica pueden haber indicios aislados de vida (por ejemplo, restos de plantas).

Análisis mineralógico cualitativo El tamaño de los granos y las dimensiones de los minerales pueden ser la clave de la identificación a la hora de diferenciar las rocas plutónicas de las volcánicas, que son parecidas a aquéllas.
Se consideran minerales de grano grueso aquéllos de más de 2 mm de diámetro. Se pueden distinguir claramente a simple vista. Los componentes de grano fino de menos de 0,1 mm de diámetro no se pueden ver a simple vista. Los cristales de grano medio se pueden detectar con una lupa.
La determinación de los distintos minerales de un ejemplar resulta difícil para los principiantes. En los granos gruesos tal vez se puede comprobar la dureza con la punta de un cuchillo o con una aguja de acero.
Las personas con una preparación técnica pueden reconocer muchos minerales simplemente mirándolos a través de una lupa y observando, por ejemplo, las caras de exfoliación, la forma cristalográfica o el color de los componentes. Para ello se requiere una gran experiencia.
Los minerales transparentes, por ejemplo el cuarzo, tienen un color totalmente distinto en la roca que como piezas sueltas fuera de ella, a saber, más o menos gris. La oscuridad de la cavidad brilla a través del cristal incoloro y hace que éste también parezca oscuro.
En los círculos especializados se emplean métodos de coloración para identificar los feldespatos potásicos y calcosódicos, de lo contrario muy difíciles de diferenciar. Estos métodos de coloración no son aconsejables para los coleccionistas aficionados, ya que hay que trabajar con productos químicos extremadamente peligrosos. A veces, hay que darse por satisfecho con poder realizar una determinación grosso modo de la roca. Tal vez más adelante pueda consultar a un especialista, o tal vez usted mismo se convierta en uno.

Análisis mineralógico cuantitativo En la delimitación de rocas genéticamente colindantes (por ejemplo, de granito, granodiorita y tonalita) hay que determinar la participación cuantitativa de los minerales en el ejemplar de muestra, ya que algunas rocas sólo se diferencian

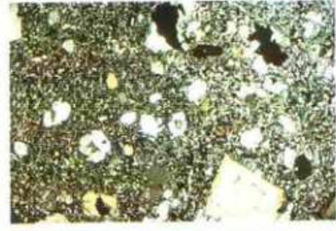
por una proporción cuantitativa distinta de minerales por lo demás idénticos.
Gracias a su experiencia, los especialistas pueden conseguir unos buenos resultados por simple apreciación.
Sin embargo, normalmente es necesario contar el número de minerales. Los recuentos de distintas muestras del mismo tipo de roca siempre tienen como resultado valores diferentes. Incluso en la misma pieza, la presencia de minerales varía en las distintas caras. Sólo los promedios del mayor número posible de recuentos proporcionan la conformación mineralógica característica de una roca.
Los granos de minerales se ven con más claridad en las superficies pulidas y, por lo tanto, son más fáciles de contar. A veces basta con humedecer la superficie de la piedra para distinguir con más intensidad el aspecto de los minerales.
Una cuadrícula fina colocada sobre la muestra puede facilitar el trabajo de apreciación o recuento. Los minerales con un porcentaje volumétrico de 10-100 se denominan componentes principales. Los componentes secundarios tienen un porcentaje de entre el 1 y el 10 % y los accesorios menos del 1 %.

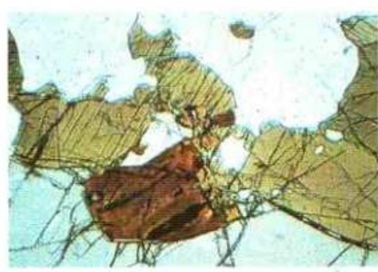
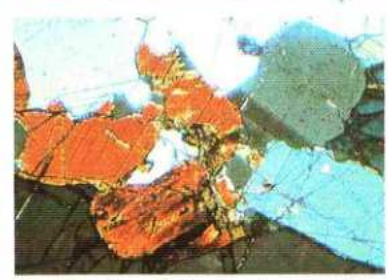
Comprobación del contenido en cal con ácido clorhídrico.

Identificación química
En algunas rocas, especialmente en las rocas volcánicas vítreas, no es posible conocer la composición con los métodos descritos hasta el momento. En tal caso, es necesario realizar análisis químicos. Sin embargo, éstos exceden la capacidad y lo razonablemente exigible de los coleccionistas aficionados y deben ser confiados a especialistas.
No obstante, todo coleccionista aficionado debería dominar un método de determinación química bastante sencillo para poder reconocer rocas calcáreas con su ayuda.
Determinación de calizas La piedra caliza no siempre es fácil de reconocer por su aspecto externo para los no entendidos, ya que puede presentarse en todos los colores. Las calizas blancas están muy extendidas, pero también hay calizas de color negro azabache.
Una o dos gotas de ácido clorhídrico diluido (al 10 %) desenmascaran a cualquier roca calcárea. Un ligero siseo así como una efervescencia vesicular (provocada por el desprendimiento de anhídrido carbónico) son una reacción inequívoca de la presencia de cal. Según la intensidad de la efervescencia se puede estimar de forma aproximada el contenido en cal. En caso de caliza pura y de mármol metamórfico, la efervescencia causante de las burbujas es espontánea. En las areniscas calcáreas o en la marga (arcilla calcárea), la efervescencia es progresiva y la reacción pausada.
Determinación de dolomita La dolomita, similar a la caliza y que se presenta asociada a ésta, normalmente no reacciona al ácido clorhídrico frío. Sólo si el ácido clorhídrico está caliente (al baño María) se produce una efervescencia intensa.
La dolomita pulverizada también presenta efervescencia con el ácido clorhídrico frío, pero de forma más moderada que la caliza.
Utilizar la prueba del ácido clorhídrico a ser posible sólo sobre superficies de rotura secas, sin polvo y frescas.
El ácido clorhídrico es corrosivo, y cuando está caliente desprende gas cloro tóxico. Por consiguiente, hay que manipularlo con cuidado, como se describe en la página 89. Hay prácticos frascos cuentagotas para la determinación de cal sobre el terreno que se guardan en recipientes de plástico. Así se puede llevar ácido clorhídrico diluido de forma cómoda y segura en la bolsa de mano.

En microsecciones
En el caso de las rocas de grano fino, los coleccionistas aficionados

ya no pueden efectuar una determinación mineralógica (ni, tampoco, una identificación de la roca).
En cambio, los especialistas preparan microsecciones de la muestra, laminillas de tan sólo 0,03 mm de grosor. De este modo, se puede realizar un análisis mineralógico tanto cuantitativo como cualitativo utilizando el microscopio de luz transmitida. De hecho, en estas laminillas tan sumamente finas la mayoría de minerales son transparentes.
Otro método de análisis todavía más sofisticado es el análisis de microsecciones bajo luz polarizada. Con la ayuda de un microscopio de polarización se pueden reconocer los minerales a través de su comportamiento óptico y, por tanto, también se pueden identificar las muestras de rocas.

Microsecciones: 30 aumentos. Izquierda arriba: granito (Schrems). Centro: basalto (Rhön). Izquierda abajo: mármol (Laas). Derecha arriba y abajo: gneis observado bajo luz polarizada simple y doble.

Caracteres distintivos para los grupos principales de rocas

Rocas plutónicas

1. Totalmente cristalinas, toda la masa cristalizada.
2. Cristales grandes, visibles a simple vista.
3. Normalmente, no se reconoce ninguna dirección en la pieza, los minerales están entremezclados; estructuras riolíticas raras.
4. Muy compactas, apenas ninguna cavidad.
5. Nunca fósiles.
6. Las grietas siempre están superpuestas verticalmente.
7. Estructura en forma de saco de lana como forma de meteorización típica.
8. Formas montañosas grandes en general suavemente onduladas.

Rocas volcánicas

1. Sólo algunos cristales se han desarrollado plenamente (estructura porfídica).
2. Masa fundamental compacta (microcristalina) o amorfa (sin forma, vítrea).
3. Numerosas pequeñas cavidades.
4. A menudo estructuras riolíticas.
5. A menudo formación columnar.
6. Fósiles muy raros.

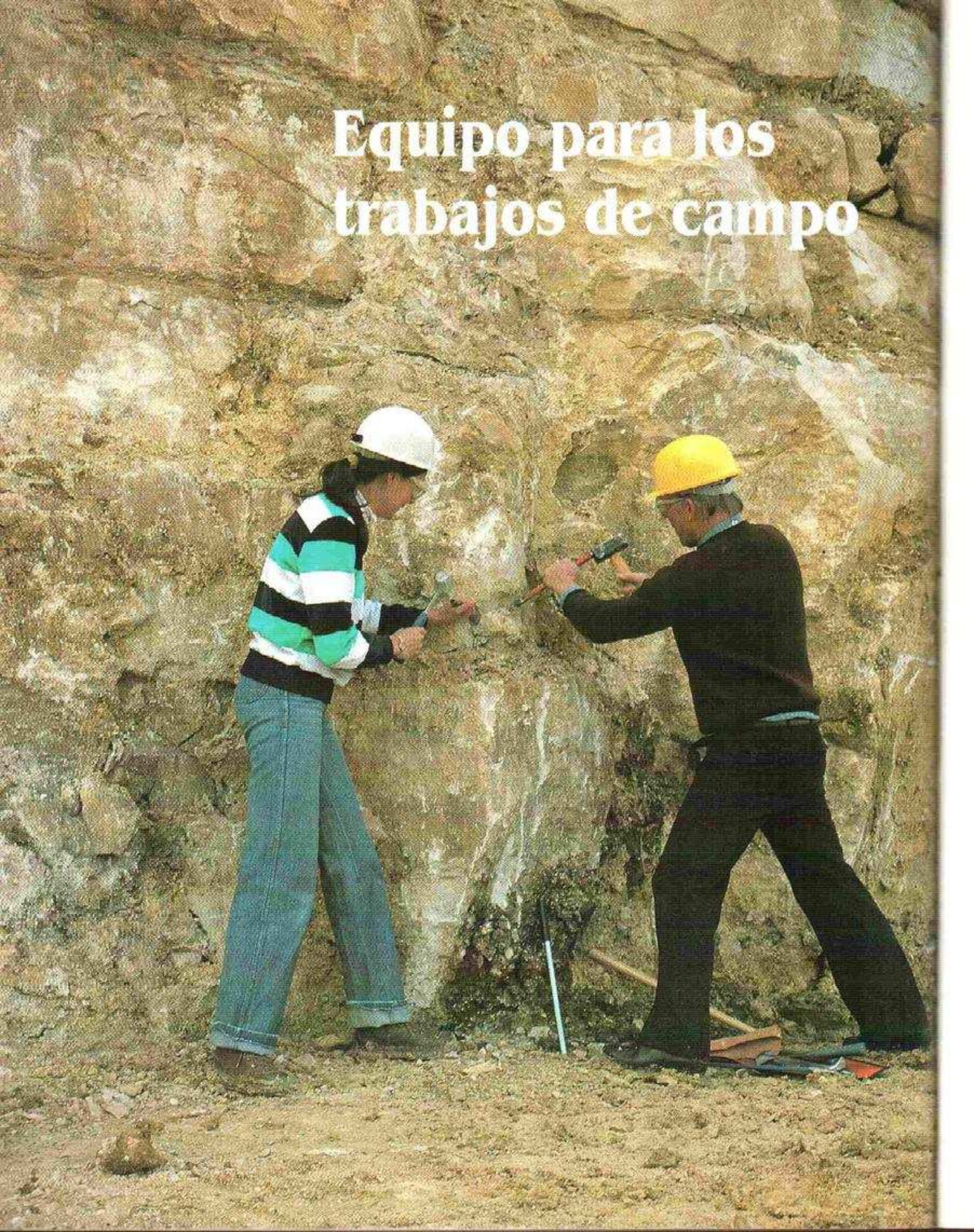
Rocas sedimentarias

1. Estratificación normalmente marcada.
2. A menudo con fósiles abundantes.
3. Formas montañosas grandes a menudo escarpadas y caprichosas.
4. Morrenas nunca estratificadas, ninguna separación de granos.
5. Calizas de arrecifes casi nunca estratificadas.

Rocas metamórficas

1. Totalmente cristalinas, toda la masa cristalizada.
2. Normalmente, cristales grandes, visibles a simple vista.
3. A menudo brillo sedoso.
4. Estructura paralela (esquistosidad).
5. Muy compactas, sin cavidades.
6. En general, sin fósiles.
7. Sin caras de exfoliación lisas.
8. Formas montañosas suaves y onduladas.

Equipo para los trabajos de campo



Preparación esmerada
Uno de los elementos de una buena preparación de una salida es el equipo correspondiente. En los trabajos de campo en la montaña, éste será forzosamente algo diferente al de búsqueda en un escorial o una galería.
El lema de los geólogos *mente et malleo* («mente y martillo») también es válido para los coleccionistas aficionados. Éstos deben practicar su actividad de forma razonable y adecuada.
Para los trabajos de campo es necesario, en todos los casos, estar en buena forma física. La excavación de piedras es muy fatigosa. Cuando la altitud es superior a 2000 m, el aporte de oxígeno del cuerpo se ve reducido debido a la creciente presión atmosférica, de modo que el trabajo físico pesado puede ser perjudicial para la salud. Procure tener suficiente tiempo a fin de poder adaptarse primero a las nuevas condiciones climáticas.
Además del equipo especial de excavación, los coleccionistas deben llevar consigo unos prismáticos para poder observar mejor el recorrido de los estratos y una cámara fotográfica para determinar más fácilmente los lugares de hallazgo.
Lleve también unas buenas lámparas con suficiente reserva de iluminación. Éstas pueden ser muy importantes en el camino de vuelta.

Es absolutamente imprescindible disponer de un equipo adecuado, sobre todo para picar sobre paredes escarpadas.

La orientación

Todo coleccionista de rocas y minerales necesita medios de orientación en el campo para buscar sus objetivos o determinar la situación de los lugares de hallazgo. Los mapas topográficos y geológicos son imprescindibles.

Mapas
En Europa, hay mapas topográficos de casi todas las regiones con representación de cotas en las escalas 1:25 000 y/o 1:50 000. En estos mapas a gran escala, la descripción del terreno es tan fiable que las canteras, los depósitos de arena o las paredes de roca se pueden encontrar en la naturaleza con una precisión de unos pocos metros.
Fuera de Europa, con frecuencia hay que contentarse con mapas a pequeña escala. En tal caso, a menudo resulta difícil encontrar el lugar deseado sobre el terreno.
No todas las regiones, ni siquiera de Europa, cuentan con mapas geológicos a gran escala.

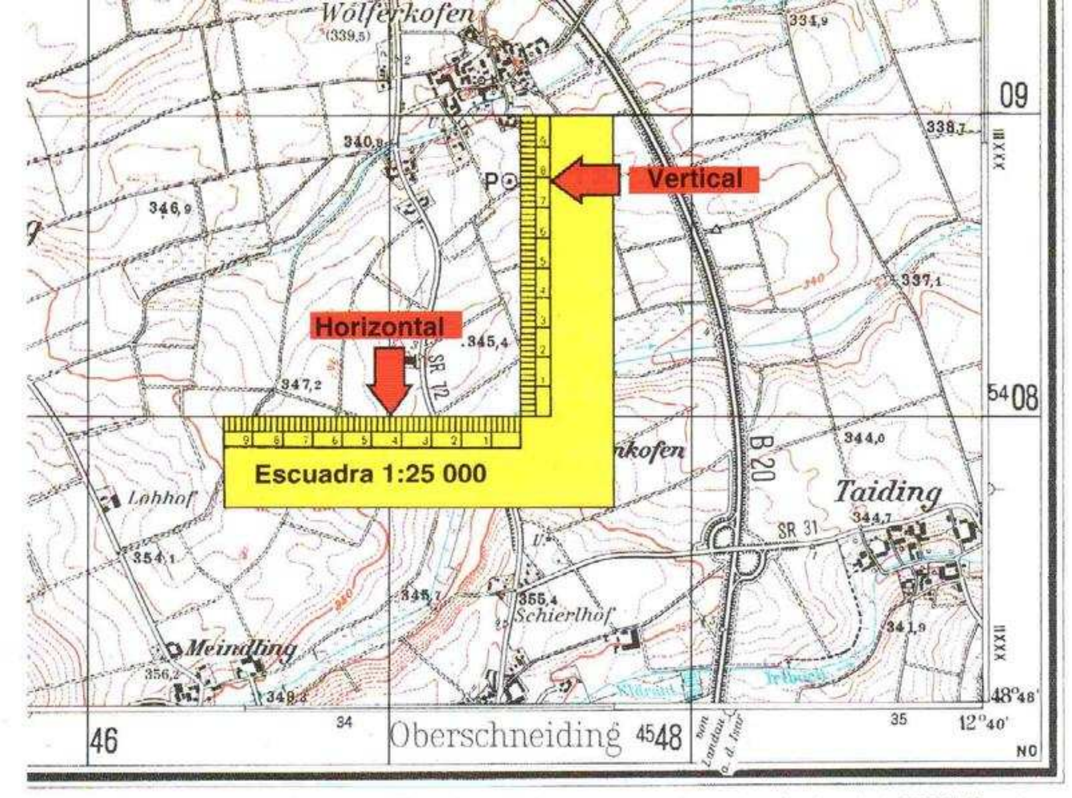
Para la preparación de una excursión es suficiente con un mapa de escala 1:200 000. El Instituto Geográfico Nacional publica mapas topográficos de todas las provincias españolas a dicha escala.

Brújula
La brújula es tan necesaria como el mapa. Gracias a ella se pueden alcanzar objetivos de zonas inexploradas. A veces, para poder determinar la altitud también se necesita un altímetro de bolsillo.
La brújula de geólogo sirve para medir los estratos. También es adecuada para indicar la dirección como cualquier otra brújula, pero su escala se lee de derecha a izquierda.

Escuadra de coordenadas
Si la situación de un yacimiento está marcada con exactitud en un mapa a gran escala, basta con dos

Brújula de geólogo pequeña para geólogos aficionados y coleccionistas de rocas y minerales.





Obtención de las coordenadas de un punto (P) con la ayuda de una escuadra de coordenadas (escala 1:25 000). En este ejemplo, el valor horizontal es ^{45}47 440, y el valor vertical ^{54}08 790. (Para mayor claridad, en este ejemplo el punto P se ha movido un poco a la izquierda.) Base cartográfica: mapa topográfico 1:25 000, hoja nº 7141 reproducido con la autorización de la Oficina Topográfica de Baviera, Múnich, nº 3519/94.

coordenadas, a saber, el «valor horizontal» y el «valor vertical», para fijar este punto geodésicamente.
Para ello se necesita una escuadra de coordenadas, que en los mapas oficiales a escala 1:25 000 está dibujada en el margen de los mismos. Hay que colocar la escala graduada horizontal de la escuadra de coordenadas junto a una línea horizontal de la cuadrícula de Gauss-Krüger de modo que la escala graduada vertical toque el punto del mapa deseado. En la escala horizontal se lee el valor horizontal y en la escala vertical el valor vertical.

Protección

La protección de las lesiones durante la búsqueda de minerales empieza con una indumentaria adecuada. Ésta varía según el terreno y el clima. En las excavaciones en alta montaña se necesita un equipo de montañismo y en los desiertos calurosos una indumentaria tropical.

Protección de los pies

Un buen calzado siempre es necesario. Las botas de montaña con suela perfilada y contrafuerte de acero son las más indicadas. En las montañas, en las canteras y en los escoriales de rocalla es recomendable llevar polainas o botas como protección de las piedrecillas que entran dentro de los zapatos. Las botas de goma no son adecuadas. Ofrecen muy poca protección de las piedras pesadas. Éstas son imprescindibles en los yacimientos de tierra arcillosa.

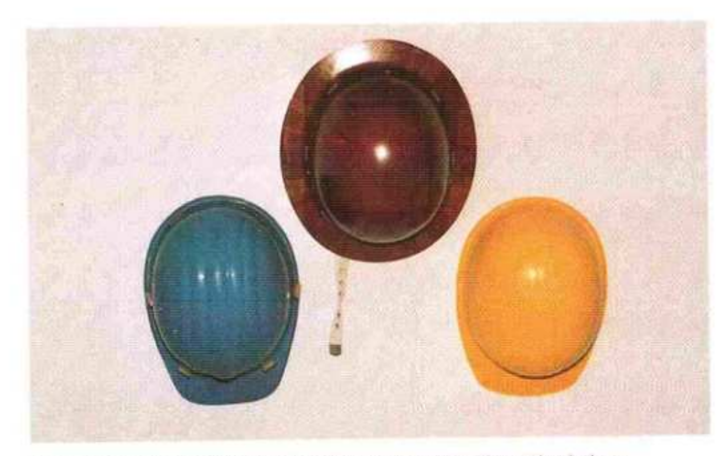
Protección de las manos

Para moldear hay que llevar unos guantes antideslizantes de un tejido recubierto de goma. En los trabajos con el escoplo, se necesitan unos guantes de cuero duros. Éstos amortiguan el golpe y

ofrecen una cierta protección si el martillo se resbala y si la cabeza del escoplo sobresale y es afilada.
En los trabajos con productos químicos, hay que utilizar guantes resistentes a los ácidos y que sean antideslizantes incluso mojados.

Protección de la cabeza

En todos los lugares en que haya peligro de desprendimientos es imprescindible llevar un casco protector. El peligro de desprendimientos es especialmente acusado después de explosiones, del periodo de heladas hibernales y de la salida del sol.
El casco protector debe poderse graduar desde el interior de modo que se pueda ajustar a todos los anchos de cabeza. Estos cascos no son ninguna molestia, ya que generalmente son sumamente ligeros (véase también fotografía de la página 158).
Los cascos con una visera de unos 3 cm de ancho a su alrededor también proporcionan una buena protección. Así, las orejas y los laterales de la cabeza están mejor protegidos. Sin embargo, este reborde es un estorbo en las galerías estrechas y en las cuevas. Ambos tipos de casco pueden ser equipados con un barboquejo. Esto es una ventaja para aquellos coleccionistas que tienen que agacharse a menudo.
Al recorrer galerías de antiguas minas es recomendable protegerse además los hombros con piezas acolchadas.



Cascos protectores como los utilizados por los excavadores de piedras.

Protección de los ojos

En todos los trabajos con el martillo y el escoplo, al moldear y al utilizar ácidos, tanto los principiantes como los especialistas tienen que llevar unas gafas con cristales inastillables y protección ocular lateral. Lo mejor son las gafas con protección lateral plegable. Una vez plegadas, ocupan casi el mismo espacio que unas gafas normales.
Para aquellas personas que lleven gafas hay unas pantallas protectoras que se colocan sobre las gafas. Se pueden plegar hacia arriba pero no tienen protección lateral.
Las gafas de visibilidad completa, que se colocan sobre las gafas graduadas como unas gafas de esquí, ofrecen una mayor

Gafas protectoras a utilizar por los excavadores de piedra en los trabajos con el martillo.



seguridad. Cuentan con una pantalla visual continua y una protección lateral. Finalmente, también existe el alza abatible, que se coloca en el casco y protege todo el rostro (fotografía página 86). Los numerosos arañazos de los cristales de las gafas protectoras denotan lo necesarias que son.

Equipo de emergencia

A pesar de un buen equipo y de la máxima precaución, en las salidas al campo cabe la posibilidad de que se produzcan lesiones u otro tipo de molestias.
Por este motivo, el equipo del coleccionista debe incluir un pequeno botiquin de viaje. Éste tiene que adecuarse al riesgo, el paisaje y el clima.
Para que el contenido del botiquín de viaje sea el más adecuado es indispensable comentar al farmacéutico el objetivo de la salida.

Equipo de trabajo

Para poder extraer piedras con éxito, es necesario una serie de herramientas y aparatos así como utensilios de escritorio y materiales de transporte.
Es evidente que cada coleccionista debe llevar las herramientas necesarias de casa.

¡No coger ninguna herramienta de otros lugares de trabajo!

Según la roca, la intención de la colección y las exigencias legales hay que utilizar distintas herramientas.
Sin embargo, antes de empezar a trabajar, hay que preguntar si está permitido el uso de zapapicos, palas, palanquetas o martillos de gasolina y sierras para piedra a motor.
En muchos lugares está prohibido excavar con aparatos grandes, a veces incluso con el martillo y el escoplo. Recientemente, en algunas zonas no se puede excavar y, a veces, ni siquiera recoger minerales o rocas.

Herramientas y aparatos

Las herramientas más importantes para los coleccionistas aficionados son, sin ninguna duda, el martillo y el escoplo.
Martillos Los coleccionistas de rocas y minerales necesitan unos martillos diferentes a los de los obreros. Para ellos se han desarrollado unas herramientas de golpe especiales, los martillos de geólogo.
Martillo de geólogo Antes sólo se utilizaban martillos con el mango de madera. El peso de su cabeza era de unos 200-500 g. El largo mango de 30-45 cm permitía golpear con fuerza.



Una selección de tipos de martillos como los que utilizan los excavadores.



En las fundas portamartillos abiertas existe el peligro de lesiones por los cantos afilados.

En la actualidad, prácticamente sólo se emplean martillos de acero para la búsqueda de minerales. Miden unos 30 cm de largo y pesan entre 400 y 900 g. Mediante una empuñadura de goma o plástico que, al mismo tiempo, amortigua los golpes, el martillo se puede sujetar muy bien y permite unos golpes enérgicos y determinados.
En un lado, la cabeza del martillo tiene una superficie percutora plana y, en el otro, una punta o un filo transversal cuneiforme.
Las cabezas de los martillos de geólogo están especialmente reforzadas. Por este motivo, existe

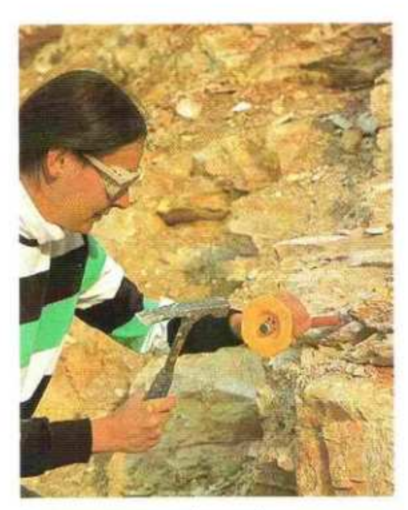


Hay que eliminar las rebabas del escoplo.

el peligro de que se desprendan esquirlas de acero. Así pues, no utilizar nunca el martillo de geólogo como una especie de escoplo.

¡No golpear nunca martillo con martillo!

Para que estén siempre a mano, los martillos se pueden guardar en unas fundas que se llevan en el cinturón. Las fundas cerradas son mejores, ya que en las abiertas existe el peligro de lesiones debido a la punta o el filo del martillo.
Cada coleccionista debe probar qué tipo de martillo y qué peso le convienen.
Mazo En los trabajos bastos se necesitan unos martillos pesados. ¡Piedra grande, martillo grande! Con 1 o 2 kg de peso, el mazo, de mango corto y con dos superficies percutoras, es claramente más pesado que un martillo de geólogo. Existe tanto un modelo totalmente de acero como otro con mango de madera.
Martillo de fragua Para romper grandes bloques de piedra se necesita un martillo de fragua de entre 3 y 5 kg de peso. Éste cuenta con una superficie percutora plana y, al otro lado, con un bisel cuneiforme oblicuo o longitudinal. Debido a su peso, el martillo de fragua debe cogerse con ambas manos. La cabeza del martillo debe estar asegurada en el ojo del martillo con una cuña antideslizante de madera o de acero.
Escoplos Para separar trozos de roca, partir rocas sedimentarias o abrir una grieta se necesitan escoplos de entre 20 y 60 cm de largo, especialmente escoplos planos anchos, escoplos agudos estrechos y cuneiformes, punteros y escoplos de exfoliación muy anchos. Un escoplo plano largo puede servir, simultáneamente, de barreta pequeña.
Los escoplos deben tener una cabeza resistente a los golpes para evitar los bordes sobresalientes, las llamadas rebabas. Estas



En los trabajos con el escoplo, se puede utilizar una protección de las manos intercalada por si se resbala el martillo.

Escoplo, palancas y bastón mineralógico (derecha) para partir bloques grandes y para abrir una grieta.



rebabas tienen los bordes agrietados, están afiladas como una cuchilla y, por lo tanto, son peligrosas para las manos. Deben ser necesariamente eliminadas. En el mercado hay escoplos con revestimientos de plástico para amortiguar la vibración de la mano. Para aquellas personas que carezcan de práctica, es recomendable una protección de las manos similar a un collarín que rodea el escoplo y, al mismo tiempo, suaviza las vibraciones.

Bastón mineralógico El bastón mineralógico, una barra de hierro de entre 50 y 130 cm de largo, es un instrumento universal tanto para los especialistas como para los coleccionistas aficionados. Uno de sus extremos es puntiagudo, y el otro está afilado y doblado formando un ángulo recto, y sirve de palanqueta, de escoplo y de pico excavador.

Detectores de metales Con la ayuda de los detectores de metales, que se deslizan sobre el suelo del largo mango, los coleccionistas aficionados de Australia y América localizaron pepitas de oro en repetidas ocasiones. En Europa, apenas existe ninguna oportunidad para utilizar estos detectores de metales en la búsqueda de minerales (fotografía página 58).

Azadas plegables Las azadas plegables, que también se pueden usar como picos y llevarse plegadas en una bolsa cogida del cinturón, son una herramienta muy útil en la búsqueda de minerales.

Utensilios de escritorio

Durante la búsqueda de minerales hay que anotar todo lo que pueda ser importante para la determinación de los ejemplares hallados y la descripción del lugar de hallazgo.

Un pequeño bloc de notas cuyas hojas no estén sueltas y con tapas duras como superficie de escritura siempre resulta útil. Para escribir, lo mejor es un lápiz semiblando. Éste también funciona cuando llueve y tanto las manos como el equipo están sucios. Colocar los ejemplares, normalmente húmedos, en bolsas de plástico numeradas y anotar todo aquello digno de mención en el bloc bajo el número correspondiente.

La rotulación definitiva de los ejemplares debe llevarse a cabo en casa.

Material de transporte

La mayoría de piedras son sensibles al transporte. Por consiguiente, hay que realizarlo con sumo cuidado.

Envuelva todas las piezas una por una. No guarde los minerales aciculares directamente en algodón, sino que envuélvalos primero con papel de seda. Las hebras se quedarían enganchadas de los finos cristales. A fin de que las piezas no impregnen el papel de embalaje y no se sequen, ponga cada pieza en una bolsa de plástico antes de envolverla con papel de periódico. Utilice como recipiente de transporte cajas de plástico elásticas, hueveras de cartón y similares, donde las piedras estén rodeadas por una materia sólida pero no dura. En los recipientes de transporte recios, utilice capas o bolas de papel, virutas de madera o espuma para los espacios intermedios y como acolchado. Envolverlo todo bien y empaquetarlo a prueba de sacudidas. Ponga siempre las piedras más pesadas abajo del todo. Ninguna piedra debe empujar directamente a otra.

Las azadas plegables han demostrado ser especialmente útiles en la búsqueda de minerales.



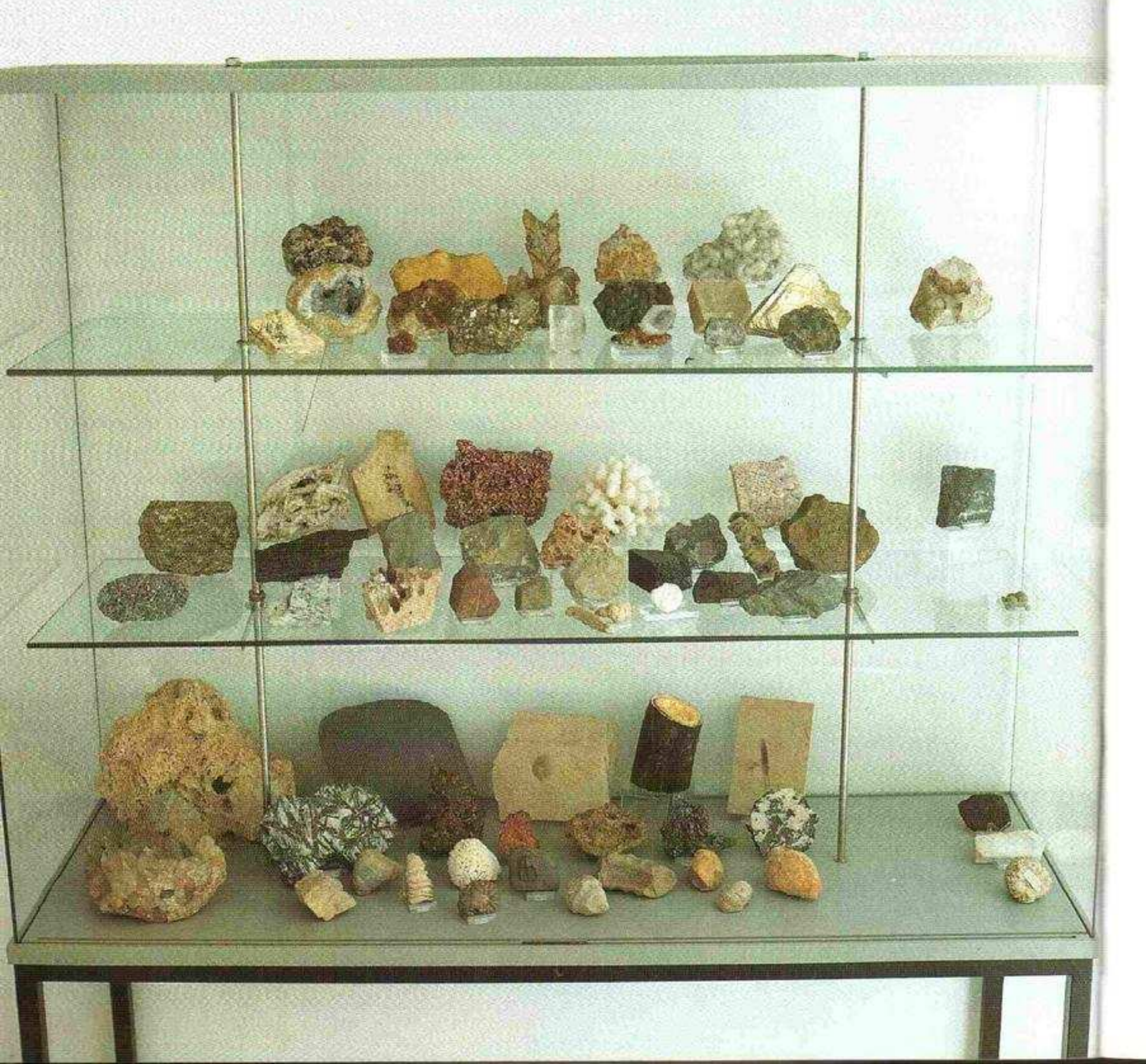
Normas y prohibiciones

Todo coleccionista debe informarse ampliamente sobre las normas vigentes en una zona de recogida. Esto forma parte de una preparación responsable de la visita planeada.
Las asociaciones de coleccionistas así como los coleccionistas experimentados son fuentes de información. Las revistas especializadas también ofrecen información actualizada. Sin embargo, nadie puede garantizar este tipo de información, ya que las normas y prohibiciones de recogida están cambiando constantemente.
Quien quiera obtener información fiable sobre las condiciones de excavación en países extranjeros, debería dirigirse a la representación competente, normalmente la embajada del país en cuestión.
La tendencia general sobre el coleccionismo de minerales es la misma en todo el mundo, a saber, una limitación de la posibilidad de recogida hasta llegar en algunos casos a su prohibición.
Los motivos de ello son conocidos por todos: destrucción salvaje del entorno por parte de algunos coleccionistas irresponsables, peligro de personas y máquinas y, por último, consideraciones económicas.
De hecho, la afluencia masiva de coleccionistas ha llegado incluso a cambiar el aspecto del paisaje en algunos yacimientos. Zonas boscosas se han transformado en poco tiempo en paisajes volcánicos.
A menudo, grupos de coleccionistas penetran ilegalmente, a pesar de las advertencias, en minas, recintos de canteras, yacimientos de tierra arcillosa y minas de arena. Se perturba la explotación y se cogen sin ningún permiso previo instrumentos de trabajo de la empresa para excavar. En repetidas ocasiones han resultado dañadas máquinas por culpa de herramientas abandonadas en ellas.
El peligro para los coleccionistas y los trabajadores ha aumentado tanto que ningún empresario quiere asumir este riesgo.
No es posible enumerar las prohibiciones o limitaciones de recogida. En cada país, e incluso en cada municipio, existen normativas totalmente diferentes.
Los coleccionistas deberían esforzarse en todos los casos por conocer el estado más actual posible de las normativas y de las prohibiciones. En ocasiones, las penalizaciones por delito son muy elevadas. Existe la posibilidad de confiscación del material de excavación, de la maquinaria incluido el coche, multas y hasta la cárcel.

Cada vez que deba transportarlas, envuelva las piedras a prueba de impactos de modo que no se golpeen entre sí en caso de sacudidas.



La colección en casa



Presentación

Cada uno debe decidir cómo ordenar su colección. El tipo de colección (sistemática o temática, ejemplares de tamaño manejable o microagregados) y las posibilidades de conservación ya determinan una tendencia concreta. La presentación de las distintas piezas puede mejorar considerablemente mediante la elección de un formato adecuado y, eventualmente, el pulido de las caras.

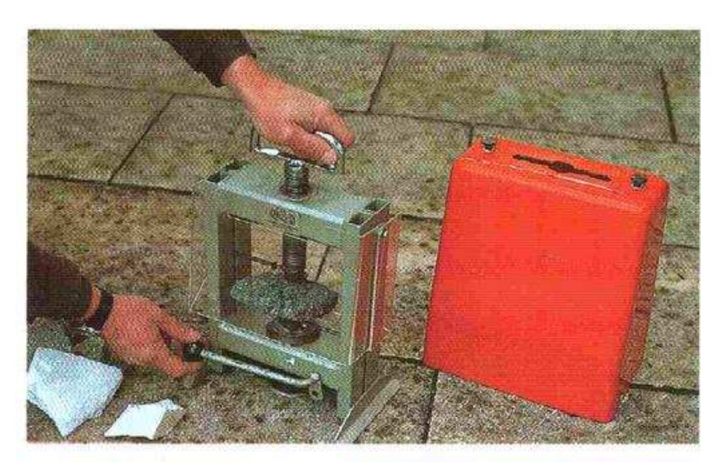
Moldeado

A ser posible, los ejemplares que conforman una colección deberían tener aproximadamente el mismo tamaño. Naturalmente, no se pueden dividir agregados minerales grandes por motivos de tamaño.
Moldee (es decir, dé forma a) las piezas sólo si éstas adquieren así una mayor belleza o cualquier otro atractivo o, por lo menos, no sufren ningún daño.
En el caso de los agregados minerales y de los fósiles, el tamaño de las distintas piezas viene fijado en gran medida por el propio objeto. El coleccionista sólo decide si quiere reunir piezas de mayor o menor tamaño. En los agregados minerales compactos y en las rocas, el tamaño se puede determinar arbitrariamente, y moldear las piezas en consecuencia.

Vitrina expositora de ámbito privado. En las exposiciones de museos, cada una de las piezas tiene que estar rotulada.

Dónde moldear
Todos los ejemplares que estén presentes en el yacimiento de forma similar y reiterada deben moldearse allí mismo. Si se rompen accidentalmente, pueden sustituirse de inmediato. Esto afecta especialmente a las rocas y los agregados minerales.
En el caso de los agregados minerales cristalinos, hay que intentar extraer y conservar cristales a ser posible grandes, aunque la colección conste de piezas pequeñas. En tal caso, los cristales más grandes sirven de material de intercambio.
El moldeo embellecedor de los agregados cristalinos sólo debe realizarse en casa. Allí es donde se pueden utilizar mejor las herramientas. Este tipo de «cirugía» permite separar los cristales rotos o atrofiados o hacer más pequeña la base de la pieza.
Al preparar los fósiles en casa, darles también forma.

Cómo moldear
Las rocas y los agregados minerales se pueden moldear con el martillo, aplastándolos, serrándolos o puliéndolos.
Con el martillo El moldeado con el martillo y el escoplo es una forma muy ruda de modelar.
La mayoría de rocas macizas y estratificadas se pueden moldear con la forma deseada (normalmente cuadrada) con un martillo de geólogo sin demasiadas dificultades (véase también página 146).
Primero hay que dar unos golpes de prueba sobre fracciones similares al objeto de colección para saber cómo se exfolia o rompe la piedra.
El mármol cristalino se rompe de forma muy irregular al golpearlo. Las rocas metamórficas muy esquistosas no se pueden moldear con el martillo. En este caso, necesariamente hay que aplastarlas o serrarlas.
Por aplastamiento En el mercado existen unos aparatos que permiten fragmentar y moldear piedras sin apenas vibraciones, sin esfuerzo y sin ejercer demasiada fuerza. El peso y el tamaño de estas prensas de piedras permiten transportarlas sin esfuerzo y utilizarlas directamente en los yacimientos.
Estos aparatos parten las piedras por aplicación de presión. Con la ayuda de la acción de unas palancas o de bombas hidráulicas se mueven dos escoplos antagonistas. Estas prensas de piedras no requieren mantenimiento.
Los coleccionistas aficionados con conocimientos técnicos pueden fabricarse ellos mismos quebrantadoras de piedras con la ayuda de un tornillo de ajuste, un gato o con aparatos estabilizadores de una fragua.
En los trabajos con cualquier aparato quebrantador de piedras, es imprescindible protegerse de las esquirlas.
Las rocas compactas con frecuencia hacen mucho ruido al romperse en una quebrantadora de piedras y desprenden esquirlas que salen disparadas con bastante







fuerza hacia todas partes. Para recoger el material de rotura, colocar la prensa de piedras en una pila plana.

Las rocas macizas y estratificadas se pueden partir bien con una prensa de piedras. En las rocas metamórficas muy esquistosas no siempre se consigue una fracción transversal. Estas rocas tienen que ser serradas.

En las rocas blandas o porosas, una buena herramienta de moldeo son unas tenazas (alicates) con una gran abertura y unos brazos de palanca largos, especialmente si antes se perfila la línea de rotura deseada con un objeto metálico afilado.

Para los minerales pequeños hay herramientas especiales que trabajan con presión por palanca a través de un sistema de palancas articuladas.

Por aserradura Las piedras que son especialmente sensibles y, por consiguiente, presentan peligro de rotura deben ser cortadas o serradas, como dicen los especialistas.

En el caso de la dura roca arcillosa, de las rocas metamórficas muy esquistosas y de las drusas y las geodas, la aserradura es el mejor método, y a menudo el único que puede utilizarse, de partir las piedras de la forma deseada.

Arriba: quebrantadora de piedras con bomba hidráulica.

Centro: tenazas de palancas largas para moldear.

Abajo: divisor de piedras para materiales pequeños.

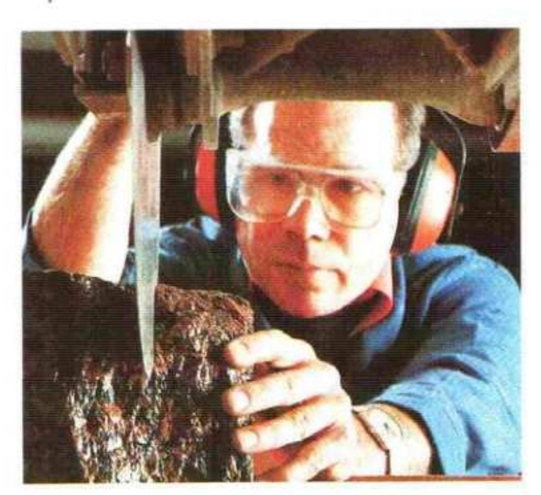
En los comercios especializados pueden encontrarse un gran número de sierras eléctricas. Los coleccionistas aficionados que sólo tienen que cortar piedras de vez en cuando pueden probar suerte con un picapedrero. Éste siempre tiene una talladora de piedras a mano. Seguramente, por una pequeña propina moldeará a su gusto las pocas piezas que usted le pueda llevar. Con una sierra de estribo metálica o con un esmerilador angular podrá cortar usted mismo cualquier roca arcillosa o caliza. Los mármoles cristalinos también se pueden moldear de esta misma manera.
El mejor dispositivo tallador de piedras es una sierra circular de montaje estacionario. Las hojas de la sierra, provistas de esquirlas de diamante, deben enfriarse constantemente debido a la generación de calor que se produce en el proceso. Hace unos años esto se hacia mediante un baño de petróleo. Actualmente, gracias a los líquidos refrigerantes sintéticos se puede prescindir del petróleo, que es inflamable y tiene un olor desagradable.
A veces, basta con agua como líquido refrigerante.
En todos los trabajos de corte hay que tener mucho cuidado. Al manipular piedras silíceas y que contengan amianto es imprescindible llevar una mascarilla protectora.
Precisamente el polvo más fino, que apenas se ve a simple vista, penetra en los pulmones y puede provocar graves perjuicios para la salud.

La preparación de fósiles

En el lugar de hallazgo, separe los fósiles sólo hasta reconocer su contorno. La auténtica preparación de los fósiles tiene lugar en casa o en el laboratorio. Además, endurezca los fósiles grandes, sensibles o frágiles en el lugar de hallazgo o, incluso, refuércelos con un lecho de yeso.
En general, la mayoría de fósiles debe separarse de la roca madre sólo en la medida en que se puedan apreciar y que se presenten de la forma más favorable posible. Normalmente, los fósiles de núcleo pétreo se descubren por completo para mostrar el cuerpo. En cambio, las impresiones de fósiles más grandes deben conservar la roca madre como base (fotografía página 172).

¡No separar los conjuntos de fósiles durante su preparación!

Las simbiosis y los conjuntos de fósiles pueden aportar una gran cantidad de conocimientos paleontológicos debido a su presencia conjunta que no hubieran proporcionado nunca por separado. Dependiendo del tipo de fósiles, del material de fosilización y del estado de conservación, las formas de preparación varían y deben ser adaptadas al objeto. Ello requiere unas ciertas habilidades para los trabajos manuales, unos buenos conocimientos de anatomía, tacto y mucha paciencia y perseverancia.



Sierra circular con hoja de sierra provista de diamantes para cortar bloques de piedra grandes. Para este tipo de sierra es muy recomendable protegerse los oídos.

Preparación mecánica

En las instituciones científicas, las losas que ocultan fósiles primero son examinadas mediante rayos X para determinar exactamente el número y la situación de los individuos fósiles. En cambio, los coleccionistas aficionados tienen que conformarse con instrumentos para golpear, rascar y raspar así como con aparatos


Preparación de fósiles con el martillo y el escoplo.

grabadores y pulidores para la preparación de los fósiles. Los especialistas también utilizan aparatos de radiación de arena fina.

¡Llevar gafas protectoras en todos los trabajos con el martillo y de pulido!

Los especialistas no pueden pasar sin un microscopio binocular de 10 a 20 aumentos. Al principio, los preparadores aficionados tienen bastante con una lupa de casco.

Golpeando y raspando La preparación clásica sigue siendo el trabajo manual con el martillo y el escoplo.

Para ello se necesita una base elástica que, al mismo tiempo, proporcione a la piedra que contiene los fósiles un soporte seguro desde abajo. Para ello es bastante adecuado un saco de arena lleno a tres cuartos de su capacidad y forrado con tela, lona o gamuza. El bloque de piedra se puede apoyar lentamente en éste de forma que tenga un buen asiento (fotografía página 171).

Con el movimiento de raspado las capas de la roca blanda se pueden levantar con un mayor control que en la técnica del escoplo.

Se pueden reblandecer los sedimentos margosos y calcáreos con un poco de agua. Pero no hay que sumergir toda la pieza en el agua, sino que solamente hay que mojar partes sueltas con gotas de agua.

Por vibración y talla Hay aparatos de grabado eléctricos que también son adecuados para la preparación de fósiles siempre que se utilicen con distintos buriles.

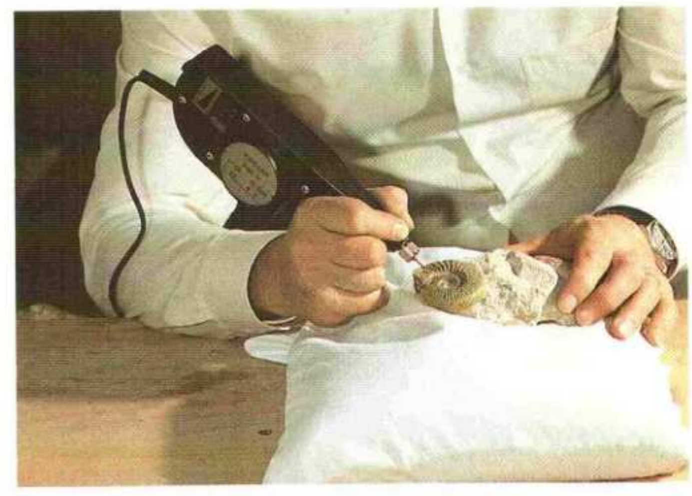
Éstos actúan por vibración, una especie de movimiento martilleante con una frecuencia de muchas oscilaciones por segundo. La profundidad percutora y la intensidad de la carrera se pueden regular.

Para los trabajos de talla también se puede utilizar el taladro doméstico pero con un árbol flexible al que se pueden fijar, entre otras cosas, cepillos de latón (no de acero).

A veces, los especialistas utilizan para la preparación de fósiles aparatos odontológicos transformados o motores colgantes con árboles flexibles. Desde hace poco, el mercado también ofrece aparatos de


Herramientas para descubrir y preparar fósiles.

radiación de arena fina que son idóneos para la preparación de fósiles.



Los aparatos de grabado han demostrado ser excelentes para el descubrimiento de fósiles.

Preparación química

La preparación química no es tan agresiva con la superficie del fósil como el trabajo mecánico.

Con ácido clorhídrico se puede disolver la cal y, de esta forma, liberar los fósiles de transformación silícica de la roca calcárea.

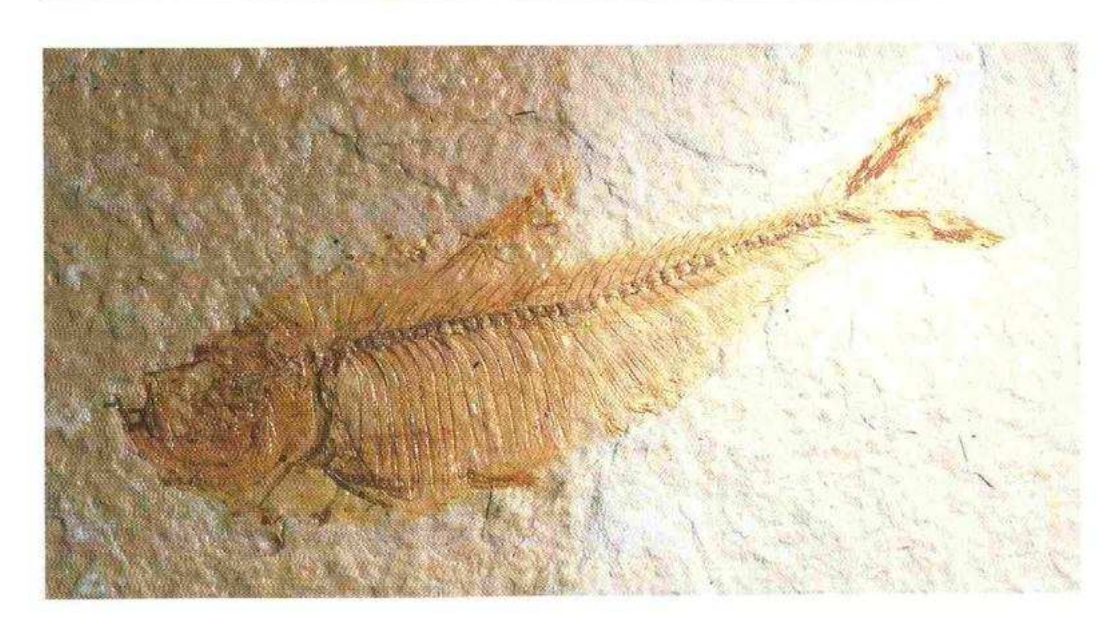
Si no todos los individuos del conjunto de fósiles presentan una transformación silícica satisfactoria y completa, éstos se pueden cubrir con cera para protegerlos del ácido clorhídrico. La cera es resistente al ácido. Después se puede eliminar con gasolina, alcohol o por calor.

En los fósiles muy sensibles, con una transformación silícica mínima o de envoltura delgada, no utilizar ácido clorhídrico sino ácido acético diluido o ácido monocloracético. En este caso, las reacciones químicas tienen lugar lentamente y pueden ser observadas e interrumpidas en cualquier momento.

Los huesos en arcilla pizarrosa se pueden preparar con ácido fosfórico diluido. El ácido descompone y blanquea las partes grises y bituminosas. De esta forma, finalmente los fósiles óseos oscuros descansan sobre fondo claro.



Aparato de radiación de arena fina para el descubrimiento de fósiles en una cabina de plástico hermética al polvo con iluminación indirecta.



Mediante el barnizado (mitad izquierda) se pueden realzar las estructuras finas de los fósiles.

Los especialistas disuelven los compuestos silíceos con ácido fluorhídrico y, de esta forma, extraen los fósiles fosfatados de la pizarra silícea, la cuarcita y otras rocas silíceas similares.
A ser posible, los aficionados deberían prescindir de las pruebas con ácido fluorhídrico: es tóxico por ingestión e inhalación, muy corrosivo para la piel y membranas mucosas.
Con potasa cáustica o agua oxigenada se pueden desprender los fósiles de transformación silícea de la arcilla, la arcilla pizarrosa y la marga.

Conservación

Los fósiles incrustados en piedra pueden echarse a perder por el calor, la sequedad o la humedad del aire. Por este motivo, hay que conservarlos mediante impregnación o barnizado.
Los huesos y los dientes de mamut se refuerzan empapándolos de cola de carpintero caliente o de cola fría para madera y así se cierran también los poros.
En las instituciones científicas, la conservación se lleva a cabo con un gran despliegue técnico. Así, mediante la utilización de un recipiente de vacío, por ejemplo, se introduce zapón (un tipo de laca muy viscosa) a presión en los poros de los fósiles.
A veces, para la conservación del fósil basta con barnizar su superficie. Este barnizado también sirve para protegerlo de las lesiones y para embellecerlo. Mediante la capa de barniz, las estructuras superficiales se realzan y los colores se vuelven más intensos. Los fósiles tienen un aspecto general más plástico con una mayor percepción de los detalles. Todos los fósiles de superficie compacta, especialmente los núcleos pétreos calcáreos y los amonites, ganan con el barnizado. Sin embargo, nunca hay que barnizar los corales ni los fósiles vegetales.

Fósiles piritizados

No existe ningún método de conservación seguro para los fósiles piritizados. Ello se debe al mineral marcasita, que se presenta junto con la pirita. La marcasita se descompone con más facilidad que la pirita. Se transforma en ácido sulfuroso y en azufre, se desintegra y disgrega los compuestos calcáreos por aumento de volumen. Algunos

coleccionistas recomiendan las capas de barniz para la conservación, y otros impregnan los fósiles de parafina.
Al parecer, los ensayos con una mezcla de cera de abejas y parafina han arrojado mejores resultados (véase también las explicaciones sobre la marcasita de la página 179).

Talla de piedras

Muchos minerales, agregados minerales y rocas de conformación compacta así como algunas petrificaciones no muestran toda su belleza hasta que no se facetan. Mediante las superficies lisas, las estructuras cobran vida y los colores se vuelven mucho más vivos.
En el caso de las piedras preciosas, todo el efecto de su belleza no llega a percibirse hasta que no se tallan.

Talla

Por tallar entendemos la obtención de una superficie lisa mediante procesos de talla, tanto plana como abovedada.
Naturalmente, una talla plana o lisa es más fácil de conseguir que una forma uniformemente redondeada. En general, los coleccionistas aficionados se contentan con una talla plana.
Naturalmente, para lograr una buena talla plana lo mejor es una superficie lisa. Por este motivo, hay que serrar previamente la piedra con un corte limpio. Cuanto más lisa sea la superficie de corte, tanto más rápida será la talla.
El principio de la talla plana es el mismo tanto si se utilizan aparatos como si se hace a mano. Primero hay que empezar con un grano abrasivo grueso, para cambiar posteriormente a un tamaño de grano cada vez más fino. Por último, se procede al pulido.
Los talladores aficionados necesitan materiales de afilar con una granulación de 80 (a veces de 90 o 100), 220, 400, 1000 (y en algunas ocasiones, 800 o 1200). Un grano de 80 es muy grueso y uno de 1000 es demasiado fino.
Cuando la superficie es rugosa, hay que empezar con una granulación de 80 y cuando la superficie está bien aplanada, con una de 220. Normalmente, para una talla fina basta con la granulación de 400. Sólo en las piedras difíciles de pulir hay que utilizar granos muy finos antes del pulido.

Talla manual Si se talla a mano, la dureza de la piedra a tallar no debe ser superior a la del cuarzo (dureza de Mohs 7).
Existen dos tipos de talla manual, la de grano suelto y la de grano ligado.
La talla de grano suelto se lleva a cabo sobre una placa de hierro fundido o de vidrio cubierta de pasta de esmerilar humedecida y pastosa. Hay que deslizar la piedra con la mano en círculos y ejerciendo una ligera presión hasta que se observe una clara abrasión. Hay que pasar progresivamente a un tamaño de grano más fino.
Antes de cada cambio de granulación hay que limpiar a fondo el objeto a tallar así como las manos (especialmente las uñas) bajo un chorro de agua.



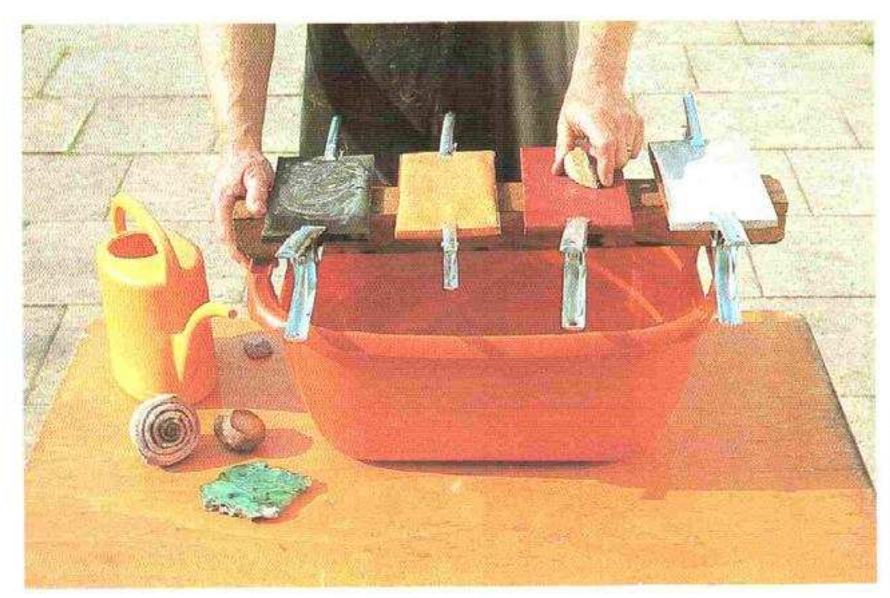
Amonites tallado y pulido.

Un grano más grueso podría poner en peligro el penoso trabajo de la talla fina debido a rasguños profundos. A fin de ahorrarse el lavado de las placas de talla, algunos coleccionistas aficionados utilizan varias placas puestas en fila, cada una de ellas para un tamaño de grano determinado.
En la talla de grano ligado, en lugar de pasta de esmerilar se puede emplear papel de lija resistente al agua de distinta granulación. Así, todo el procedimiento es más limpio que con la masa pringosa de pasta de esmerilar, pero sale algo más caro debido al gasto de material. A fin de que el papel no se mezcle con el roce de la piedra, hay que lavarlo constantemente con abundante agua.

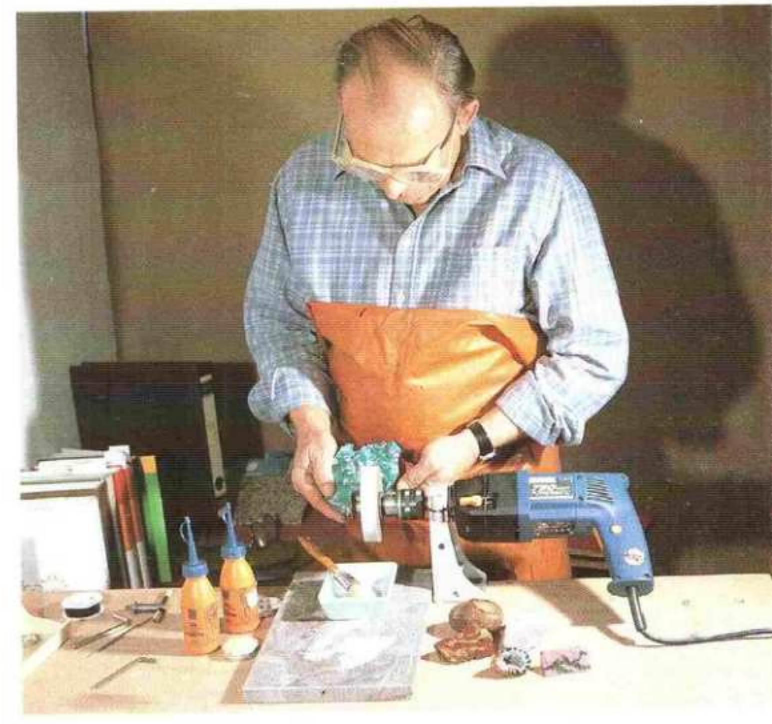
Talla a máquina Por norma general, en la talla lisa se utilizan dos tipos de máquinas, muelas de afilar horizontales y giratorias y máquinas vibratorias.
Las piedras deben moverse manualmente sobre las muelas de afilar, mientras que los vibradores trabajan de forma totalmente autónoma.
El que esté interesado en la talla debería comprarse un vibrador. Éste también tiene la ventaja de poder tallar varias piedras al mismo tiempo.
En todos los procesos de talla hay que añadir constantemente agua para que la piedra no se sobrecaliente y, al mismo tiempo, eliminar los restos de fricción. Por este motivo, no se pueden utilizar aparatos eléctricos para la talla de piedras que no sean totalmente impermeables. Así pues, no se pueden emplear taladros domésticos.

Pulido

En todos los procesos de talla, incluso con los granos más finos, la superficie tallada queda mate. La superficie no adquiere unos colores brillantes y luminosos hasta que no se pule con unas pastas especiales. Al mismo tiempo, de esta forma se eliminan los rasguños finales que todavía están presentes.
El proceso se lleva a cabo del mismo modo que la talla, sólo que en este caso se utiliza cuero, madera blanda, fieltro duro o blando así como otros materiales como base.
La capacidad de pulido de las piedras es muy diversa. A veces es recomendable probar antes distintas pastas en un lugar poco visible de la piedra.
Como pulidores se utilizan, entre otros, óxido de aluminio, óxido de



Sobre papel de lija montado e intercambiable de distinta granulación se pueden realizar a mano y sin mucho esfuerzo tallas planas.



Con un taladro de uso doméstico montado fijo, incluso los no expertos pueden obtener buenos pulidos con un poco de práctica.

estaño y óxido de cromo, y para el grupo del cuarzo especialmente óxido ceroso.

Con un taladro doméstico montado sobre un soporte de sujeción se puede pulir bastante fácilmente una piedra tallada sobre el canto de una muela de fieltro duro a aproximadamente 400-500 rpm.

Para ello, hay que humedecer la superficie de la muela de fieltro y, después, untarla con masa pulidora pastosa. No debe pulirse nunca en seco. Apoyar la piedra con una ligera presión únicamente sobre la mitad inferior de la muela de fieltro. Por encima del centro de la muela, la piedra podría escaparse de las manos y salir disparada.



Con las máquinas vibratorias se pueden tallar y pulir piedras planas en el recipiente de esmerilado de forma automática. Dependiendo del tamaño del recipiente se puede trabajar con varias piedras planas al mismo tiempo. A fin de evitar que las piedras choquen entre sí y resulten dañadas, hay que proteger cada una de las piezas con un anillo de goma flojo.



Piedras preciosas talladas. 1. espinela, 2. espinela, 3. triplete de espinela sintética, 4. espinela sintética de color topacio, 5. topacio, 6. zirconia, 7. zircón, 8. piropo, 9. almandino.

Equipo para la preparación de piedras preciosas. Mediante el cambio de accesorios, con estas máquinas se puede realizar casi cualquier talla de gema que se desee.

Talla de piedras preciosas

La culminación del arte de la talla es la talla de minerales preciosos. Mediante las numerosas pequeñas caras se aprovechan los efectos ópticos que, de lo contrario, permanecen ocultos.

Cada vez más coleccionistas aficionados se dedican a la talla de gemas. Se han desarrollado toda una serie de máquinas especialmente para los talladores aficionados (véase fotografía inferior).

Aquellos que estén interesados en el arte de la talla de piedras preciosas encontrarán algunas sugerencias en la Bibliografía (pág. 184).

Conservación

Con la conservación de los ejemplares de colección se persiguen varios objetivos: la protección del polvo, de la humedad y de la luz, el orden y una buena presentación.

Sistema de almacenamiento

Cada coleccionista debe decidir qué sistema empleará para ordenar las piezas en cajitas o armarios. Ello depende de muchos factores.

No obstante, no hay que clasificar nunca los ejemplares por el tamaño, ya que de esta forma se pierde toda unidad temática de la colección.

Guarde cada pieza en una caja individual por motivos de visión general, debido al menor riesgo de deterioro del mineral y también a las mejores posibilidades de rotulación.

Las cajas de plástico son baratas, estables y lavables. Han de tener un borde bajo (1-2 cm) para poder sacar fácilmente el ejemplar. Son recomendables los sistemas de bloques, en los que todas las cajas se pueden apilar perfectamente. Los minerales y fósiles frágiles o sensibles de cualquier otro modo deben colocarse en un estuche con tapa y, eventualmente, pegarlos al fondo con masilla para protegerlos de las sacudidas.

Para los microagregados, lo mejor son las cajitas con tapa alta (figura página 55).

Las gemas talladas deben colocarse en cajitas de plástico totalmente cubiertas de material esponjoso. Presionar ligeramente la piedra sobre este material espumoso y apretar la base con la tapa levantada. De esta forma, la gema se puede transportar cómodamente a salvo de las sacudidas.

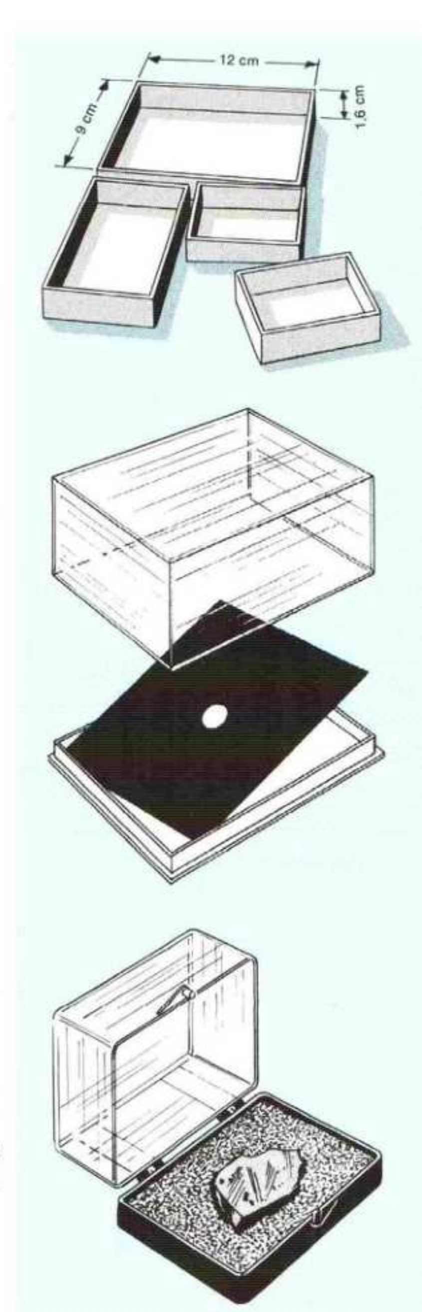
Protección del polvo

Las piedras de la colección deben conservarse de forma que estén protegidas del polvo. Así pues, las estanterías abiertas no son adecuadas.

En la mayoría de los casos, los principiantes guardan sus tesoros en cajas de cartón, cajas de puros o cajitas de plástico y las apilan las unas sobre las otras. Esto ahorra espacio pero es poco práctico, porque las cajas inferiores cuestan mucho de sacar. Para una colección pequeña, resultan más útiles las llamadas cajas modelo, que cuentan con una bandeja interior que se puede sacar como un cajón. Las cajitas de cartón o de plástico son apilables y pueden comprarse por separado.

La mejor forma de guardar una colección grande es en una cajonera (fotografía página 178).

En las vitrinas u otros armarios de vidrio hay que colocar sólo unas pocas piezas especialmente hermosas para su contemplación. Los estantes de vidrio son mucho más adecuados que los de madera debido a la permeabilidad a la luz.



Cajitas para la conservación de piedras de colección.

Es preferible una iluminación indirecta a una luz deslumbrante, ya que la belleza de los minerales se ve reducida debido al exceso de luz.
Tenga cuidado con la utilización de focos, que a menudo desprenden mucho calor: los minerales pueden correr peligro.
Para la presentación de objetos de muestra hay soportes de plástico transparente pequeños y grandes, rígidos y regulables, en los que se pueden colocar o apoyar las piezas por el lado más representativo.
En las colecciones privadas, habría que prescindir de la rotulación visible de cada una de las piezas. Altera el aspecto general. En cambio, en los museos es totalmente necesaria una rotulación clara de todos los ejemplares expuestos para información de los visitantes.

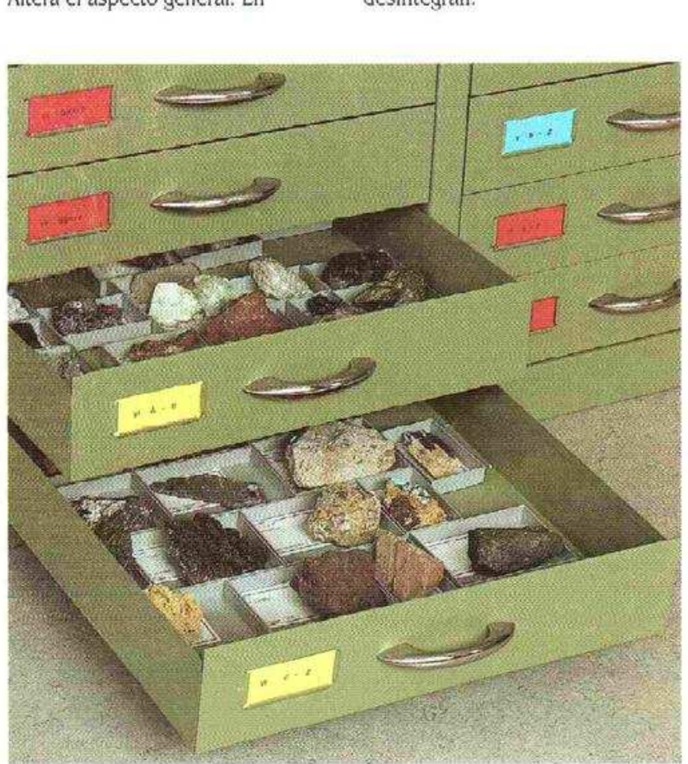
Piedras amenazadas

Hay minerales y fósiles, así como rocas, que con el paso del tiempo y bajo la influencia de la humedad ambiental o de la luz diurna se alteran o, incluso, se descomponen.

Por la humedad ambiental

Debido a sus propiedades higroscópicas, algunos minerales y rocas absorben la humedad del aire y se deshacen o se desintegran.

Los minerales y rocas que contienen hierro en su composición así como especialmente los sideritos tallados se oxidan con mayor o menor rapidez debido a la humedad contenida en el aire. No obstante, se pueden tomar medidas de distinta índole contra esta forma de deterioro.
Los minerales y rocas salinas deben colocarse en cajas de vidrio o botellas herméticas.
Las piedras amenazadas por la oxidación se pueden cubrir con esmalte transparente o laca para el cabello. Es recomendable efectuar una prueba en una pieza poco valiosa, ya que los revestimientos no tienen por qué ser compatibles con la pieza de colección.
Algunos minerales corren el peligro de expulsar progresivamente al aire el agua de los cristales o incluida en ellos. La zeolita acaba desintegrándose de esta forma.
En las piedras preciosas, la desecación puede hacer que los colores palidezcan o pierdan vistosidad. La turquesa de color azul celeste, por ejemplo, cambia de color progresivamente hacia un verde sucio.
Cuando el ópalo noble pierde el agua con el paso del tiempo, se agrieta y pierde su opalescencia.
Mediante la impregnación en aceite se pueden restablecer parcialmente durante cierto



Conservación de piedras de colección en cajoneras.

tiempo los bonitos colores de las gemas. Es mejor (mientras no se lleven puestas) guardarlas en algodón ligeramente humedecido para que la desecación no avance.
La marcasita es uno de los puntos débiles de toda colección, ya que se desintegra con frecuencia. Sin embargo, no sólo corre peligro la marcasita, sino que ésta puede dañar o, incluso, destruir a otros minerales debido a la liberación de ácido sulfuroso. A veces, de los bonitos agregados de marcasita pasado el tiempo sólo queda una masa desmigajada.



La marcasita se desintegra con frecuencia y pone en peligro a otros minerales.

Minerales sensibles a la luz (selección)

Amatista	Fluorita
Apatito	Hiddenita
Argentita	Kunzita
Bromargirita	Miargirita
Calcopirita	Morión
Cinabrio	Oropimente
Citrino	Pirargirita
Clorargirita	Proustita
Crocoíta	Rejalgar
Cuarzo rosado	Topacio
Estefanita	Vivianita

Minerales sensibles a la humedad (selección)

Alunógeno	Gaylusita	Pchoenita
Arsenolita	Glauberita	Senarmontita
Bischofita	Halita	Silvina
Bórax	Hanksita	Sosa
Cainita	Jarosita	Thenardita
Calcantita	Kernita	Trona
Carnalita	Kieserita	Ulexita
Epsomita	Phillipsita	Valentinita
Ettringita	Polihalita	Yeso espático

Dado que la marcasita es más o menos frecuente en los fósiles piritizados, muchos de estos fósiles se van alterando progresivamente y quedan del todo destruidos. A veces, la desintegración empieza al cabo de muchos años, sin que se haya podido prever.
Por lo visto, a pesar de los grandes esfuerzos no existe ningún método de conservación absolutamente seguro. Así pues, la marcasita debe guardarse siempre por separado, lejos del resto de la colección.

Por la luz Hay toda una serie de minerales que son sensibles a la luz. Algunos tipos de amatista palidecen progresivamente bajo la influencia de la luz. Esto también ocurre en el caso del cuarzo rosado y de algunos apatitos.
Otros minerales pueden cambiar o perder el color bajo la influencia de la luz.
Los minerales rojos proustita y pirargirita primero se vuelven grises y después negros.
Asimismo, la crocoíta pierde su bonito color rojo y palidece por completo. Otros minerales (como la bromargirita, la clorargirita y el rejalgar) se convierten en polvo.
Estos minerales sensibles a la luz, a la larga sólo se conservan en una colección si se guardan en un lugar oscuro, envueltos en papel negro a salvo de la luz o en estuches oscuros.

Minerales radiactivos

A ser posible, habría que evitar la colección de minerales radiactivos debido al peligro de radiación. En cualquier caso, no hay que guardarlos nunca, ni en pequeñas cantidades, en el comedor, el dormitorio o el despacho.
Para más medidas de precaución, véanse las explicaciones de las páginas 106-108.

Rotulación

La rotulación de una colección ha de incluir tres elementos: el marcado de la piedra, una breve información en la etiqueta del estuche de cada mineral y un informe detallado en una ficha. Evidentemente el ejemplar mineral, la etiqueta y la ficha tienen que estar relacionadas entre sí por un mismo número.

Fichas de distintos tamaños, tal y como se pueden conseguir en el mercado.

El sistema de ordenación

Cada coleccionista debe decidir qué sistema de numeración va a emplear. No obstante, el sistema de ordenación elegido debe conservarse.

Una numeración consecutiva siguiendo el orden de entrada no es recomendable, ya que en tal caso el número no guarda ninguna relación con el objeto de colección. Sin embargo, mediante un sistema de numeración de aplicación técnica, ya proporciona alguna información sobre el ámbito de colección.

Así, por ejemplo, los coleccionistas de minerales deberían basarse en la clasificación científica de las nueve categorías del sistema mineralógico y utilizar como elemento principal de ordenación las cifras I a IX. De este modo, se sabe que el mineral con la cifra VIII, por ejemplo, pertenece al grupo de los silicatos. Las rocas se pueden numerar según los tres grupos genéticos principales, y los fósiles según las formaciones geológicas o según el sistema del reino vegetal y animal.

Los que lleven una colección regional podrían emplear como números principales de ordenación la letra inicial de los países, las provincias o los yacimientos.

Nombre:
Número de inventario
Descripción:
Lugar de hallazgo
Hallazgo propio/compra
Referencias bibliográficas

Mineral N°
Lugar del hallazgo
Minerales acompañantes
Tamaño
Fecha del hallazgo
Observaciones

Roca N°
Lugar del hallazgo
Nombre secundario
Formación
Estrato
Tamaño
Colores

Piedra preciosa N°
Tipo de mineral
Variedad
Composición química
Lugar de hallazgo
Talla
Peso Dimensiones
Inclusiones
Bajo la lupa

Etiquetaje

En todas las piezas de la colección, a excepción de los minerales aciculares finos, los microagregados y las gemas talladas, hay que anotar el número directamente. O bien se escribe con pintura al óleo directamente sobre la piedra, o bien se engancha una pequeña etiqueta sobre el ejemplar.
Las etiquetas autoadhesivas de uso corriente se desprenden fácilmente cuando la superficie de la piedra no es del todo lisa. Lo mejor es alisar previamente con adhesivo el lugar en que se vaya a colocar la etiqueta y, entonces, pegarla con el mismo adhesivo.
Las etiquetas de bordes redondeados se sujetan mejor.
Utilizar tinta china insoluble.
Colocar la etiqueta en un lugar poco llamativo para no perturbar el aspecto general de la pieza.
En el fondo de la cajita donde se guarda la piedra se coloca una etiqueta más grande con el número, el nombre, el lugar de hallazgo y otros datos sobre la misma. Para protegerla del roce y de las piedras que destiñen, hay que forrar la etiqueta con una lámina de plástico transparente.
En los agregados montados (sobre todo en los microagregados), la etiqueta debe engancharse a un lado o en el fondo de la minivitrina desde el exterior.
En las tiendas de minerales y las papelerías y, a veces, en las bolsas de minerales y en las casas de venta por correspondencia se pueden encontrar etiquetas así como también las láminas protectoras.

Las fichas

Cuando la colección adquiere unas dimensiones considerables es necesario llevar un fichero en el que cada pieza de la colección disponga de una ficha propia en la que deben figurar todos los datos importantes sobre la piedra.
Las fichas pueden ordenarse según diferentes criterios. Algunos coleccionistas llevan incluso ficheros dobles, uno según unos principios sistemáticos y otro según unos principios regionales.
Las fichas de colores permiten subdividir los campos de forma clara. Un único fichero con fichas con agujeros a los lados se puede utilizar según unos criterios de clasificación prácticamente universales.
En las muestras (página 180) se pueden ver parcialmente los datos que deben figurar en las fichas.
Es recomendable marcar de forma clara y adicional en la ficha, la etiqueta de la caja y la piedra de todos los ejemplares de la colección que merezcan una atención especial por estar en peligro o ser peligrosos, entre otros los minerales radiactivos (por ejemplo, con un cuadrado oblicuo), los minerales sensibles a la luz (por ejemplo, con un círculo) o las piezas sensibles a la humedad (por ejemplo con un cuadrado recto).

Organización informatizada de la colección

Algunos de los coleccionistas familiarizados con la informática ya no utilizan ficheros escritos a mano para sus piezas de colección, sino que almacenan todos los datos interesantes de los distintos ejemplares en el ordenador.
Dependiendo de las necesidades del momento se pueden restaurar los datos a través de la pantalla o, simplemente, imprimirlos.
Las ventajas saltan a la vista: posibilidad de selección según distintos criterios, acceso más rápido de datos concretos, ahorro de espacio.
Desgraciadamente, sólo un círculo reducido de personas puede aprovecharse de los ordenadores debido a la falta de condiciones específicas para la programación de un sistema administrativo de estas características.
Por consiguiente, se están intentando desarrollar los programas de los especialistas de forma que también puedan ser utilizados por los profanos en un futuro próximo.

División de la historia de la Tierra

Era geológica	Millones de anos	Periodo	División
Neozoico (era reciente)		Cuaternario	Holoceno (Aluvial) Pleistoceno (Diluvial)
	2		
		Terciario	Plioceno, Mioceno } Neógeno Oligoceno, Eoceno, Paleoceno } Paleógeno
	70		
Mesozoico (era media)		Cretácico	Cretácico superior Cretácico inferior
	135		
		Jurásico	Jurásico blanco (Malm) Jurásico pardo (Dogger) Jurásico negro (Lías)
	180		
		Triásico	Keuper Muschelkalk Buntsandstein
	225		
Paleozoico (era antigua)		Pérmico	Zechstein Rotliegendes
	275		
		Carbonifero	Carbonífero superior Carbonífero inferior
	345		
		Devónico	Devónico superior Devónico medio Devónico inferior
	400		
		Silúrico	Silúrico superior Silúrico medio Silúrico inferior
	440		
		Ordovicico	Ordovícico superior Ordovícico inferior
	500		
		Cámbrico	Cámbrico superior Cámbrico medio Cámbrico inferior
	580		
Precámbrico			
	4000		

Elementos químicos

Símbolo químico	Nombre	Número de orden
Ac	Actinio	89
Ag	Plata	47
Al	Aluminio	13
Am	Americio	95
Ar	Argón	18
As	Arsénico	33
At	Astato	85
Au	Oro	79
B	Boro	5
Ba	Bario	56
Be	Berilio	4
Bi	Bismuto	83
Bk	Berkelio	97
Br	Bromo	35
C	Carbono	6
Ca	Calcio	20
Cd	Cadmio	48
Ce	Cerio	58
Cf	Californio	98
Cl	Cloro	17
Cm	Curio	96
Co	Cobalto	27
Cr	Cromo	24
Cs	Cesio	55
Cu	Cobre	29
Dy	Disprosio	66
Er	Erbio	68
Es	Einstenio	99
Eu	Europio	63
F	Flúor	9
Fe	Hierro	26
Fm	Fermio	100
Fr	Francio	87
Ga	Galio	31
Gd	Gadolinio	64
Ge	Germanio	32
H	Hidrógeno	1
He	Helio	2
Hf	Hafnio	72
Hg	Mercurio	80

Símbolo químico	Nombre	Número de orden
Ho	Holmio	67
I	Yodo	53
In	Indio	49
Ir	Iridio	77
K	Potasio	19
Kr	Criptón	36
Ku	Kurtschatovio	104
La	Lantano	57
Li	Litio	3
Lw	Laurencio	103
Lu	Lutecio	71
Md	Mendelevio	101
Mg	Magnesio	12
Mn	Manganeso	25
Mo	Molibdeno	42
N	Nitrógeno	7
Na	Sodio	11
Nb	Niobio	41
Nd	Neodimio	60
Ne	Neón	10
Ni	Níquel	28
No	Nobelio	102
Np	Neptunio	93
O	Oxígeno	8
Os	Osmio	76
P	Fósforo	15
Pa	Protactinio	91
Pb	Plomo	82
Pd	Paladio	46
Pm	Promecio	61
Po	Polonio	84
Pr	Praseodimio	59
Pt	Platino	78
Pu	Plutonio	94
Ra	Radio	88
Rb	Rubidio	37
Re	Renio	75
Rh	Rodio	45
Rn	Radón	86
Ru	Rutenio	44

Símbolo químico	Nombre	Número de orden
S	Azufre	16
Sb	Antimonio	51
Sc	Escandio	21
Se	Selenio	34
Si	Silicio	14
Sm	Samario	62
Sn	Estaño	50
Sr	Estroncio	38
Ta	Tántalo	73
Tb	Terbio	65
Tc	Tecnecio	43
Te	Teluro	52
Th	Torio	90
Ti	Titanio	22
Tl	Talio	81
Tm	Tulio	69
U	Urano	92
V	Vanadio	23
W	Wolframio	74
Xe	Xenón	54
Y	Itrio	39
Yb	Iterbio	70
Zn	Cinc	30
Zr	Zirconio	40

Bibliografía

Baltimore Mineral Society (1993): International Directory of Micromounters. Baltimore.

Bancroft, P. (1984): Gem and Crystal Treasures. Fallbrook.

Barth, T., Correns, C. und P. Eskola (1939/70): Die Entstehung der Gesteine. Berlin 1939, Nachdruck Berlin 1970.

Bauer, J. und V. Bouska (1982): Der Kosmos- Edelsteinfüher. Stuttgart.

Baumgärtel, R., Quellmalz, W. und H. Schneider (1988): Schmuckund Edelsteine. Leipzig.

Bell, P. y D. Wright (1987): Rocas y Minerales. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Binnewies, B. (1979): Steinschleifen. Stuttgart.

Bode, R. und U. Burkard (1985): Mineralien-Museen in Westeuropa. Haltern.

Bode, R. und A. Wittern (1989): Mineralien und Fundstellen, Bundesrepublik Deutschland. Haltern.

Brinkmann, R. (1967/74): Lehrbuch der allgemeinen Geologie. 3 Bde. Stuttgart.

Brinkmann, R. (1990/91): Abriß der Geologie. 2 Bde. Stuttgart.

Bruhns, W. und P. Ramdohr (1972): Petrographie. Slg. Göschen, Bd. 173. Berlin.

Bucher, C. J. (1977): Lexikon für Mineralien- und Gesteinsfreunde. Luzern.

Bühler, K. W. (1992): Meteorite. Basel.

Chaumeton, H. (1989): Guía de los Minerales. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Chaumeton, H. y D. Magnan (1987): Guía de los Fósiles. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Chudoba, K. F. und E. J. Gübelin (1974): Edelsteinkundliches Handbuch. Bonn.

Clark, A. M. (1993): Hey's Mineral Index. London.

Correns, C. W. (1968/81): Einführung in die Mineralogie. Berlin 1968, Nachdruck Berlin 1981.

Dietrich, R. V. und B. J. Skinner (1984): Die Gesteine und ihre Mineralien. Thun.

Duda, R., Rejl, L. und D. Slivka (1992): Mineralien. Handbuch und Führer für den Sammler. Augsburg.

Eppler, W. F. (1989): Praktische Gemmologie. Stuttgart.

Exel, R. (1993): Die Mineralien und Erzlagerstätten Österreichs. Wien.

Fischer, K. (1989): Edelsteinbearbeitung. 2 Bde. Stuttgart.

Fleischer, M. (1991): Glossary of Mineral Species. Tucson.

Goldschmidt, V. (1913/23): Atlas der Kristallformen. Heidelberg.

Gómez-Alba, J. A. S. (1988): Guía de Campo de los Fósiles de España y de Europa. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

González, A. (1996): Minerales. Estudio y Reconocimiento. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Gramaccioli, C. M. (1978): Die Mineralien der Alpen. 2 Bde. Stuttgart.

Günther, B. (1988): Bestimmungstabellen für Edelsteine, synthetische Steine, Imitationen. Kirschweiler. Ergänzungsband 1988.

Hall, C. (1995): Piedras Preciosas. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Hamilton, W. R., Woolley, A. R. y A. C. Bishop (1989): Guía de Minerales, Rocas y Fósiles. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Hartig, H. (1989): Edle Steine schleifen. Stuttgart-Botnang.

Haverkamp, F. und P. Hottinger (1991): Mineralien sammeln. Thun.

Henglein, M. (1962): Lötrohrprobierkunde. Slg. Göschen, Band 483. Berlin.

Hochleitner, R. (1981): Fotoatlas der Mineralien und Gesteine. München.

Hochleitner, R. (1986): Mineralien und Kristalle. München.

Hochleitner, R. (1982): Minerales y Rocas. Una guía de identificación. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Hochleitner, R. (1992): Mineralien.

Hölzel, A. R. (1994): Systematik in der Mineralogie. Ober-Olm.

Jubelt, R. (1978): Mineralien. Stuttgart.

Jubelt, R. und P. Schreiter (1987): Gesteine. Stuttgart.

Kipfer, A. (1972): Der Micromounter. Thun.

Kleber, W. (1990): Einführung in die Kristallographie. Berlin.

Klose, F. (1985): Der Mineralienführer Harz. Goslar.

Klose, F. (1990): Der Mineralienführer Ostharz. Goslar.

Krumbiegel, G. und B. Krumbiegel (1981): Fossilien der Erdgeschichte. Stuttgart.

Lenzen, G. (1984): Edelsteinbestimmung mit gemmologischen Geräten. Kirschweiler.

Lichter, G. (1991): Fossilien bergen, präparieren und ausstellen. Stuttgart.

Lieber, W. (1979): Mineralogie in Stichworten. Kiel.

Lüschen, H. (1979): Die Namen der Steine. Thun.

Maresch, W. und O. Medenbach (1987): Gesteine. München.

Matthes, S. (1993): Mineralogie. Berlin.

Mayr, H. (1987): Guía Práctica de Fósiles. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Medenbach, O. und C. Sussieck-Fornefeld (1982): Mineralien. München.

Mehling, G. (1993): Naturstein-Lexikon. München.

Michele, V. de (1975): Guida mineralogica d'Italia. 2 vol. Novara.

Mohr, K. (1978): Geologie und Minerallagerstätten des Harzes. Stuttgart.

Mohr, K. (1984): Harz, westlicher Teil. Slg. Geolog. Führer, Bd. 58 Stuttgart.

Mollfulleda, J. (1996): Minerales. Descripción y clasificación. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Moody, R. (1987): Fósiles. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Mottana, A., Crespi, R. und G. Liborio (1982): Der große BLV Mineralienführer. München.

Müller, F. (1988): Internationale Naturstein-Kartei. 10 Bde. Ulm.

Murawski, H. (1992): Geologisches Wörterbuch. Stuttgart.

Nickel, E. (1983/92): Grundwissen in Mineralogie. 3 Bde. Thun.

Nickel, E. H. and M. C. Nichols (1991): Mineral Reference Manual. New York.

O'Donoghue, M. (1977): Enzyklopädie der Minerale und Edelsteine. Freiburg.

O'Donoghue, M. (1992): Gesteine und Mineralien. Augsburg.

Otto, J. (1989): Mineralbestimmung durch einfache chemische Analytik. Berlin.

Pape, H. (1977): Leitfaden zur Bestimmung von Erzen und mineralischen Rohstoffen. Stuttgart.

Pape, H. (1978): Der Erzsammler. Stuttgart.

Pape, H. (1988): Leitfaden zur Gesteinsbestimmung. Stuttgart.

Pellant, Ch. (1993): Rocas y Minerales. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Peschel, A. (1983): Natursteine. Leipzig.

Petraschek, W. F. u. W. Pohl (1982): Lagerstättenlehre. Stuttgart.

Pfeiffer, L., Kurze, M. und G. Mathé (1981): Einfühurung in die Petrologie. Stuttgart.

Philipsborn, H. v. (1964): Erzkunde. Stuttgart.

Philipsborn, H. v. (1967): Tafeln zum Bestimmmen der Minerale nach äußeren Kennzeichen. Stuttgart.

Ramdhor, P. und H. Strunz (1978): Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart.

Reinsch, D. (1991): Natursteinkunde. Stuttgart.

Richter, A. E. (1989): Manual del Coleccionista de Fósiles. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Rigby, S. (1993): Guía de Bolsillo de las Rocas, Minerales y Piedras Preciosas. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Robbins, M. (1993): Fluorescence. Phoenix.

Roberts, W. L., Campbell, T. J. and G. R. Rapp (1990): Encyclopedia of Minerals. New York.

Rösler H. J. (1991): Lehrbuch der Mineralogie. Leipzig.

Schloßmacher, K. (1969): Edelsteine und Perlen. Stuttgart.

Schneiderhöhn, H. (1962): Erzlagerstätten. Stuttgart.

Schröcke, H. und K. L. Weiner (1981): Mineralogie. Berlin.

Schumann, W. (1978): Pequeña Guía de los Minerales y Rocas. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Schumann, W. (1987): Guía de los Minerales y de las Piedras Preciosas. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Schumann, W. (1994): Rocas y Minerales. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Schumann, W. (1997): Guía de las Piedras Preciosas y Ornamentales. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Schütt, E. (1980): Umgang mit edlen Steinen. Stuttgart.

Seim, R. (1986): Minerale. Leipzig.

Strübel, G. (1977): Mineralogie. Stuttgart.

Strübel, G. und S. H. Zimmer (1990): Mineralfundorte in Europa. Stuttgart.

Strübel, G. und S. H. Zimmer (1991): Lexikon der Mineralogie. Stuttgart.

Strunz, H. (1982): Mineralogische Tabellen. Leipzig.

Sury, E. (1992): Mineralien richtig reinigen. Basel.

Tröger, W. E. (1969/71): Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. 2 Bde. Stuttgart.

Tucker, M. E. (1985): Einführung in die Sedimentpetrologie. Stuttgart.

Vollstädt, H., Voigt, G. und A. Vogel (1988): Micromounts. Berlin.

Vollstädt, H., Siemroth, J. und S. Weiß (1991): Mineralfundstellen Ostharz, Sachsen-Anhalt, Lausitz. München.

Wagner, G. (1960): Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte. Öhringen.

Walenta, K. (1992): Die Mineralien des Schwarzwaldes. München.

Walker, C. y D. Ward (1993): Fósiles. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

Weibel, M. (1990): Die Mineralien der Schweiz. Basel.

Weiß, S. (1990): Das große Mineralien-Verzeichnis. München.

Weiß, S. (1990): Atlas der Mineralfunstellen in Deutschland-West. München.

Wight, Q. (1993): The complete Book of Micromounting. Tucson.

Wild, H. W. (1992): Führer durch die Besucherbergwerke in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Haltern.

Wilke, K. T. (1988): Kristallzüchtungen. 2 Bde. Berlin.

Wimmenauer, W. (1985): Petrographie der magmatischen und metamorphen Gesteine. Stuttgart.

Woolley, A. R., Bishop, A. C. und W, R. Hamilton (1990): Der Kosmos-Steinführer. Stuttgart.

Zimmer, S. H. (1973): Mineralogisches Wörterbuch. Darmstadt.

Zirkl, E. J. (1987): Die Lithothek am Institut für technische Geologie, Petrographie und Mineralogie der Technischen Universität in Graz. Dörfla.

Revistas

España

Mineralogistes de Catalunya. Grup Mineralògic Català. Barcelona.

Bocamina. Revista de Mineralogía y Yacimientos de España. Grupo Mineralogista de Madrid.

Revista de Minerales. Asociación de Museos, Grupos y Colecciones de Mineralogía y Paleontología (AMYP).

Alemania

Der Aufschluß. Hrsg. Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie (VMFG) e. V., Heidelberg.

Emser Hefte. Haltern.

Fortschritte der Mineralogie. Stuttgart.

Der Geschiebesammler. Mitteilungsblatt der Sammlergruppe für Geschiebekunde. Hamburg.

Lapis. Die aktuelle Monatsschrift für Liebhaber und Sammler von Mineralien und Edelsteinen. München.

Mineralien-Welt. Magazin für das Sammeln schöner Steine. Haltern.

Neues Jahrbuch für Mineralogie. Stuttgart.

Zeitschrift der Deutschen Gemmologischen Gesellschaft. Idar-Oberstein.

Australia

Australian Gold, Gem and Treasure Magazin. Stepney/South Australia.

Australian Mineralogist. Melbourn/Victoria.

Austria

Die Eisenblüte. Fachzeitschrift für österr. Mineraliensammler. Graz.

Der Karinthin. Beiblatt der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten. Klagenfurt.

Der Mineraliensammler. Hrsg. Vereinigte Mineraliensammler Österreichs. Wien.

Canadá

The Canadian Mineralogist. Ottawa.

Estados Unidos

Gems and Gemology. Santa Monica/California.

Lapidary Journal. San Diego/California.

The Mineralogical Record. Tucson/Arizona.

Rock and Gem. Ventura/California.

Rocks and Minerals. Washington/D.C.

Francia

Minéraux et Fossiles. Paris.

Gran Bretaña

The Journal of Gemmology. London.

The Mineralogical Magazin. London.

Journal of the Russell Society. Bromsgrove/Worcestershire.

UK Journal of Mines and Minerals. Bawtry/South Yorkshire.

Holanda

Gea. Alkmaar

Grondboor en hamer. Haarlem.

Italia

La Gemmologia. Milano.

Notiziario di Mineralogia e Paleontologia. Riccione.

Rivista Mineralogica Italiana. Milano.

Der Stoansuacher. Bozen.

Japón

Quartz. Tokyo.

Noruega

Nags. Roa.

Rusia

World of Stones. Moskva.

Sudáfrica

South African Lapidary Magazine. Sunnyside.

Suiza

Der Mineralienfreund. Zeitschrift der Urner Mineralienfreunde. Altdorf.

Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen. Zürich.

Schweizer Strahler. Offiz. Organ der Schweiz. Vereinigung der Strahler und Mineraliensammler. Zollikofen.

Direcciones útiles

Grup Mineralògic Català
C/ Antoni Campmany, 67
08028 Barcelona

Grupo Mineralogista de Madrid
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
Universidad Politécnica
C/ Ríos Rosas, 23
28003 Madrid
Tel. (91) 336 70 30

Instituto Gemológico Español
C/ Victor Hugo, 1
28004 Madrid
Tel. (91) 531 65 03

Asociación de Profesionales Naturalistas (APN)
C/ Manuel Luna, 4
28020 Madrid
Tel. (91) 314 05 82

C/ Roselló, 83
08029 Barcelona
Tel. (93) 454 18 01

Asociación Española de Gemología
P. Gracia, 64
08007 Barcelona
Tel. (93) 215 43 12
Fax (93) 215 13 98

Asociación Gemológica y Mineralógica Vasca
C/ Puerto Rico, 10
01012 Vitoria

Índice alfabético

MANUAL PARA COLECCIONISTAS DE



ROCAS Y MINERALES



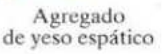
Cómo buscarlos, conservarlos y clasificarlos

Esta obra es una guía práctica y no un libro de clasificación. Indica tanto a los principiantes como a los más avanzados qué buscar, cómo recogerlo y dónde encontrarlo. Presenta los instrumentos, aparatos y otros utensilios recomendables para la excavación, la limpieza, la conservación y la determinación.

Geoda de ágata

Está estructurado en cuatro capítulos principales, a saber: «Minerales», «Rocas», «Equipo para los trabajos de campo» y «La colección en casa». Los fósiles (restos de animales y vegetales petrificados del pasado geológico) así como los meteoritos (rocas procedentes del universo) se incluyen en las rocas.

En este manual el coleccionista aficionado encontrará consejos sobre cómo excavar y recoger las piedras correctamente pero siendo respetuoso con su entorno.



Agregado de yeso espático



Magnetita



Pirita



Calcita



Fluorita violeta



Yeso espático



Fluorita incolora



Granate



EDICIONES OMEGA, S.A.

Plató, 26 - 08006 Barcelona

